பொறியியலில் வேதியியல்

(CHEMISTRY IN ENGINEERING)

ப. க. சிவனேசன்

நான்காம் புத்தகம்

இரண்டாம் ஆண்டு
B.E. (S.U.S.)
பட்டப்படிப்புக்குரியது

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண் — 780

பொறியியலில் வேதியியல்

(நான்காம் புத்தகம்)

(இரண்டாம் ஆண்டு B.E. (S.U.S.) பட்டப் படிப்பிற்குரியது)

ஆசிரியர்

பெ. ச. சிவநேசன், பி.எஸ்ஸி. (ஆனர்ஸ்),
பேராசிரியர், வேதியியல் துறை,
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition — November, 1977
Number of Copies—1000

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 780

CHEMISTRY IN ENGINEERING IV

P. C. SIVANESAN

Price Rs. 7-80

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

This book has been printed on concessional paper made available by the Government of India.

Printed by

SAKTHI PRESS,
No. 6, Arunachala Achari Street,
Madras-600 005.

அணிந்துரை

(திரு. செ. அரங்கநாயகம், தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினேழாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் இளங்கலை வகுப்புவரை மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம். என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளில் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்துள்ள நூலாசிரியர் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில் கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்களுக்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகமும் சென்னைப் பல்கலைக்கழகமும் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

வரலாற்றியல், அரசியல், உளவியல், பொருளியல், மெய்ப்பொருளியல், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதவியல், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல், சட்டவியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் மூலநூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்று இருவகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் நூல்களை வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றுன **பொறியியலில் வேதியியல் (நான்காம் புத்தகம்)** என்னும் இந்நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 780 ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 815 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு, கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் 'மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்ட'த்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

தமிழில் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும் என்பதே நம் குறிக்கோளாகும். கல்லூரிகளிலும் பல்கலைக்கழகங்களிலும் கலையியிற் பாடங்களையும், அறிவியற் பாடங்களையும், தொழில்நுட்ப அறிவுப் பாடங்களையும் பயிலுகின்ற மாணவர்கள், அவற்றைத் தமிழில் பயில வேண்டும் என்பதை வலியுறுத்தி வருவதற்குக் காரணம், தமிழறிவு வளர வேண்டும் என்பதைவிட, தமிழ் மக்களின் அறிவு ஆற்றல் எளிதாக, விரைவாக வளரவேண்டும் என்பதுதான். 'எதிலும் தமிழ்; எங்கும் தமிழ்' என்னும் குறிக்கோளை நிறைவேற்ற வேண்டிய கடப்பாடு தமிழக ஆசிரியப் பெருமக்களையும் மாணவர்களையும் சார்ந்ததாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக்கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனகலந்த நன்றி உரியதாகுக!

செ. அரங்கநாயகம்

பொருளடக்கம்

1. வெப்ப வேதியியல்

பொருள்கள் வேதி வினைகளில் பங்கு பெறும்பொழுது, வெப்பம், ஒளி, மின்சாரம் போன்ற ஏதாவதொரு ஆற்றல் வெளியேற்றப்படுவதோ அல்லது உட்கொள்ளப்படுவதோ நிகழ்கின்றது. பெரும்பாலான வேதி வினைகளில் வெப்ப ஆற்றல் வெளியிடப்படுவதும் அல்லது உட்கொள்ளப்படுவதும் காண்கிறோம். வேதி வினைகள் நிகழும்பொழுது ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்களை ஆராய்வது **வெப்ப வேதியியல்** எனும் பௌதிக வேதியியலின் ஒரு பிரிவாகும்.

உள் ஆற்றல்

உலகில் காணப்படும் ஒவ்வொரு பொருளும் வெவ்வேறு அளவில் உள் ஆற்றலைப் (intrinsic energy) பெற்றுள்ளது. பெரும்பாலான வேதி வினைகளில், வினைபொருள்களின் மொத்தக் கூட்டு உள் ஆற்றலும், வினைபடு பொருள்களின் மொத்தக் கூட்டு உள் ஆற்றலும் மாறுபட்டிருக்கின்றன. இந்த ஆற்றல் வேற்றுமை, வேதி வினை நிகழும்பொழுது வெப்ப ஆற்றலாகவும் ஓர் உடன் விளைவுப் பொருளாகவும் அமைகின்றது.

ஆற்றல் அழியாமை விதிப்படி வேதி வினைகளின் விளைவாக ஆற்றலை அழிக்கவோ அல்லது புதிதாக உருவாக்கவோ முடியாது. ஆனால் ஒருவகை ஆற்றலானது, வேதி வினைகளின் விளைவினால் மற்றொரு வகை ஆற்றலாக மாறுபடுவதற்கு வழியுண்டு. இவ் விதியை அடிப்படையாகக் கொண்டே, வெப்ப வேதியியலின் கொள்கைகளும் விதிகளும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரு பொருளின் உள் ஆற்றல், அதன் பௌதிக நிலை, வேதி அமைப்பு, பொருண்மை போன்ற பலவற்றைப் பொறுத்திருக்கின்றது. பொருள்கள் வேதி மாற்றங்களில் பங்கு பெறும்பொழுது, வேறு வகையான வேதியமைப்புகளுள்ள புதிய வினை பொருள்கள் உருவாகின்றன. இதன் விளைவாகப் பொருள்களின் உள் ஆற்றல்கள் மாறுதலடைகின்றன. பொருள்களின் உள் ஆற்றல்களை நேரிடையாக அளவிடுவது மிகவும் கடினமாகும். ஆனால் வினைபடு பொருள்களுக்கும் வினை பொருள்களுக்குமுள்ள உள் ஆற்றல்களின்

வேற்றுமை அளவுகளை, வேதி வினைகள் ஏற்படும்பொழுது உண் டாகும் வெப்ப மாற்றங்களை அளவிடுவதன் மூலம் எளிதில் கணக்கிடலாம்.

வெப்ப அலகு

வெப்ப ஆற்றலை அளவிட 'கலோரி' என்ற அளவையைப் பயன் படுத்துகிறோம். ஒரு கிராம் நீரின் வெப்ப நிலையில் 1°C வெப்ப நிலை உயர்வை ஏற்படுத்தத் தேவைப்படும் வெப்பம் ஒரு கலோரியாகும். வேதி வினைகளில் பல்லாயிரக்கணக்கான கலோரிகள் உடன் விளைவாக அமைவதால் **கிலோ கலோரி** என்ற அலகையே வெப்ப வேதியியலில் பயன்படுத்துகிறோம். ஒரு கிலோகிராம் நீரின் வெப்ப நிலையில் 1°C வெப்ப நிலை உயர்வை ஏற்படுத்தத் தேவைப்படும் வெப்பம் ஒரு கிலோ கலோரியாகும். ஒரு கிலோ கலோரி ஆயிரம் கலோரிகளுக்குச் சமமாகும்.

வினைகளின் வகைகள்

வினைபடு பொருள்களின் மொத்தக் கூட்டு உள் ஆற்றல், வினை பொருள்களின் மொத்தக் கூட்டு உள் ஆற்றலைவிட அதிகமாக யிருப்பின், வேதி வினை நிகழும்பொழுது வெப்பம் வெளியிடப் படுகிறது. இவ்வகை வினைகளை வெப்பம் உமிழ் **வினைகள்** (Exothermic reactions) என அழைக்கின்றோம். இதற்கு மாறாக வினைபடு பொருள்களின் கூட்டு உள் ஆற்றல் வினை பொருள்களின் கூட்டு உள் ஆற்றலைவிடக் குறைவாக இருந்தால், வேதி வினை நிகழுமிடத்தின் சுற்றுப் புறத்திலிருந்து, வெப்பம் ஈர்க்கப்படு கின்றது. இவ்வகையினை வெப்பம்கொள் வினைகள் (**Endothermic reactions**) என அழைக்கின்றோம்.

வெப்பம் உமிழ் வினைகள்

பெரும்பாலான வேதி வினைகள் வெப்பம் உமிழ் வினைகளாகவே அமைகின்றன. இவ் வினைகளில் பெறப்படும் வினை பொருள்களை **வெப்பம் உமிழ் சேர்மங்கள்** (Exothermic compounds) என்கிறோம். கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் தனித்தனியே ஆக்சிஜனுடன் வினை யுற்று முறையே கார்பன்டை ஆக்சைடு, நீர் என்ற சேர்மங்களைத் தருகின்றன. இவ்விரு ஆக்சிஜன் ஏற்ற வினைகளிலும், பெரு மளவில் வெப்பம் வெளியிடப்படுகின்றது. எனவே, இவ் வினைகளை வெப்பம் உமிழ் வினைகளென்றும், கார்பன்டை ஆக்சைடு, நீர் போன்ற சேர்மங்களை வெப்பம் உமிழ் சேர்மங்களென்றும் கூறுகின்றோம்.

கார்பன், ஆக்சிஜன் இவற்றின் கூட்டு உள் ஆற்றல், கார்பன் டை ஆக்சைடின் உள் ஆற்றலைவிட அதிகமாக உள்ளது. உள் ஆற்றல்களின் வேற்றுமை அளவே கார்பன் எரிதல் வினையில் வெப்பமாக வெளியேறுகின்றது. இதுபோன்றே ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் இவற்றின் கூட்டு உள் ஆற்றல், நீரின் உள் ஆற்றலை விட அதிக அளவில் உள்ளது. கூட்டுப் பொருளான நீர் உருவாகும் பொழுது விளை பொருளைவிட, வினைபடு பொருள்களிலுள்ள அதிக அளவு ஆற்றல் வெப்பமாக வெளியேறுகின்றது.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + Q_1$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O + Q_2$$

பொதுவாக வெப்பம் உமிழ் சேர்மங்கள் நிலையானவைகளாக உள்ளன.

வெப்பம் கொள் வினைகள்

சில வேதி வினைகள் வெப்பம் கொள் வினைகளாக அமைகின்றன. இவ் வினைகளில் பெறப்படும் விளை பொருள்களை **வெப்பம் கொள் சேர்மங்கள்** (Endothermic compounds) என அழைக்கிறோம். கார்பன்டை சல்ஃபைடு என்ற சேர்மத்தை இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். இவ்வகைச் சேர்மங்களின் உள் ஆற்றல், அவற்றை உருவாக்கும் வினைபடு பொருள்களின் கூட்டு உள் ஆற்றலைவிட அதிக அளவில் இருக்கின்றது. எனவே, இத்தகைய சேர்மங்கள் அதிக வெப்பநிலையுள்ள சூழ்நிலையில்தான் உருவாகின்றன. கார்பன்டை சல்ஃபைடைப் பெற, வாயு நிலையிலுள்ள சல்ஃபர் தனிமத்தையும், வெண் சூடாக்கப்பட்ட கார்பனையும் வினையுறச் செய்யவேண்டியுள்ளது.

$$C + 2S \xrightarrow{>1000^{\circ}C} CS_2 - Q$$

வெப்பம் கொள் சேர்மங்கள் பொதுவாக நிலையற்றவைகளாக உள்ளன.

வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடுகள்

வேதி வினைகள் நிகழும்பொழுது உடன் விளையும் வெப்ப மாற்றங்களை, வேதி வினைகளைக் குறிக்கும் சமன்பாடுகளில் குறிக்கலாம். இவற்றை **வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடுகள்** (Thermochemical equations) என்கிறோம். வெப்ப அளவீடுகள் சாதாரணமாகக் கிலோ கலோரிகளில் குறிக்கப்படுகின்றன. கூட்டல் குறி

(+) வெப்பம் உமிழ்வதைக் குறிக்கும். கழித்தல் குறி (—)வெப்பம் உட்கொள்வதைக் குறிக்கும்.

$$(1)\quad C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94{\cdot}3 \text{ கி.க.}$$

$$(2)\quad N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO - 43{\cdot}0 \text{ கி.க.}$$

முதல் சமன்பாடு ஒரு மூலக் கூறெடை கார்பன் டை ஆக்சைடு. தனிமங்களின் சேர்க்கையினுல் உண்டாகும் பொழுது வெளியேறும் வெப்ப அளவைக் (94·3 கிலோ கலோரிகள்) குறிக்கின்றது. இரண்டாவது சமன்பாடு இரண்டு மூலக்கூறுகள் நைட்ரிக் ஆக்சைடு, தனிமங்களின் சேர்க்கையினுல் உருவாகும் பொழுது ஏற்றுக்கொள்ளும் வெப்ப அளவைக் (43·0 கிலோ கலோரிகள்) குறிக்கின்றது.

வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடுகளில் வினையில் பங்கு பெறும் பொருள்களின் பௌதிக நிலைகளையும் குறிப்பிடுதல் வழக்கம்.

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 94{\cdot}3 \text{ கி.க.}$$

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(e)} + 137{\cdot}0 \text{ கி.க.}$$

வினைபடு பொருள்கள் அல்லது வினைபொருள்கள் வாயுநிலையிலிருக்குமானுல், மாருத அழுத்தத்தில், அல்லது மாருத பருமனளவில் நிகழ்த்தப்படுகின்ற தென்பதையும் குறிக்கவேண்டும்.

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \longrightarrow 2HI_{(g)} - 12{\cdot}2 \text{ கி.க.}$$

மாருத அழுத்த நிலையில்

$$2C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{(g)} + 135{\cdot}4 \text{ கி.க.}$$

மாருத பருமனளவில்

திண்ம, நீர்ம நிலையில் பொருள்களின் சுய வெப்பம் (Specific heat) வெப்ப நிலை மாறுபாட்டால் அதிக அளவில் மாறுதலடைவதில்லை. ஆனுல், வாயு நிலைப் பொருள்களின் வெப்ப எண் வெப்ப நிலை மாற்றத்தால் பெருமளவில் மாறுதலடைகின்றது. எனவே, வாயுநிலைப்பொருள்கள் வினையுறும்பொழுதும், வாயு நிலை வினை பொருள்கள் உருவாகும் பொழுதும், சுற்றுப்புறத்தின் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்தே வினையில் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்களின் அளவுகள் அமைகின்றன. இவ்வகைகளில் வெப்பவேதியியல் சமன்பாடுகளில், வினை நிகழும் வெப்ப நிலையையும் குறிக்கவேண்டும். வெப்பவேதியியல் சமன்பாட்டில் வெப்ப நிலை குறிக்கப்படாவிடில் வினை 25°C வெப்ப நிலையில் நிகழ்வதாகக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)} + 116{\cdot}0 \text{ கி.க.}$$
100° C வெப்ப நிலையிலும் மாறுத பருமனளவிலும்

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)} + 116{\cdot}2 \text{ கி.க.}$$
150° C வெப்ப நிலையிலும் மாறுத பருமனளவிலும்

மேற்கூறியவைகள் வெப்ப வேதியியல் சமன்பாட்டை எழுதும் பொழுது பின்பற்றப்படவேண்டியவைகளா யிருப்பினும், வெப்ப வேதியியலை ஆரம்ப நிலையில் கற்கும்பொழுது இவைகள் யாவற்றை யும் பின்பற்றுவதில்லை. வெப்பம் உமிழ்தலையும், வெப்பம் கொள் தலையும் சரியான குறியீட்டால் காண்பித்தலும், வெப்ப அளவைச் சரியான வெப்ப அலகுகளில் குறிப்பிடுதலும் பின்பற்றப் படுகின்றன.

வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடுகளும், குறியியல் சமன்பாடுகளைப் (Algebraic equations) போலவே இடம், வலமாக மாற்றிச் சரியான குறிகளைப் பயன்படுத்தி எழுதலாம். அது போன்றே சமன்பாடு களைப் பெருக்கல், வகுத்தல், கூட்டல், கழித்தல் போன்ற கணித முறைகளில் ஈடுபடுத்தலாம். இதனுல் கணித முறையில், சில வேதி வினைகளில் உண்டாகக்கூடிய வெப்ப மாற்றங்களை எளிதில் கணக்கிட முடிகிறது.

வினை வெப்பம்
(Heat of Reaction)

ஒரு வேதி வினை நிகழும்பொழுது ஏற்படும் வெப்ப மாற்றத் தின் அளவை **வினை வெப்பம்** என அழைக்கின்றோம். வெப்பம் உமிழப்படுவதோ அல்லது உட்கொள்ளப்படுவதோ அந்தந்த வினை யின் தன்மையைப் பொருத்ததாக இருக்கும். வினை வெப்பத்தை அளவீடு செய்ய வினைபடு பொருள்கள் அல்லது வினைபொருள களின் அளவுகளை வரையறைப்படுத்த வேண்டியது அவசிய மாகின்றது. குறிப்பிட்ட வேதி வினையைக் குறிக்கும் சரியான சமன்பாட்டை எழுதவேண்டும். அந்தச் சமன்பாட்டிலுள்ள வினை படு பொருள்களைக் குறிக்கும் வாய்பாடுகளிலிருந்து அவற்றின் மூலக்கூறெடையைக் கணக்கிடலாம். சரியான சமன்பாட்டில் காணப்படும் வினைபடு பொருள்களின் கிராம் மூலக் கூறெடை கள் உள்ள வினைபடு பொருள்கள் வினையுறும்பொழுது, ஏற்படும் வெப்ப மாறுதலை **வினை வெப்பம்** (Heat of Reaction) எனக் கொள்கிறோம்.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94 \text{ கி.க.}$$

இச் சமன்பாட்டின்படி 12 கிராம் கார்பன், 32 கிராம் ஆக்சிஜனுடன் வினையுற்று 44 கிராம் கார்பன் டைஆக்சைடைக் கொடுக்கின்றது. அதே சமயத்தில் 94 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளியேறுகிறது. எனவே, இவ் வேதி வினையில் வெளியேற்றப்படும் வினை வெப்பம் 94 கிலோ கலோரியாகும்.

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO - 43 \text{ கி.க.}$$

இவ் வினையில் 28 கிராம் நைட்ரஜன், 32 கிராம் ஆக்சிஜனுடன் தகுந்த சூழ்நிலையில் கூடி 60 கிராம் [2 × (14 + 16) = 60] நைட்ரிக் ஆக்சைடைக் கொடுக்கின்றது. 60 கிராம் என்பது இரண்டு கிராம் மூலக் கூறெடை நைட்ரிக் ஆக்சைடைக் குறிப்பதாகும். இவ் வினையைச் சரியான சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டினால் குறிக்கும் பொழுது இரண்டு மூலக்கூறுகள் நைட்ரிக் ஆக்சைடு உருவாவதைக் குறிக்க வேண்டியுள்ளது. இரண்டு கிராம் மூலக்கூறெடை நைட்ரிக் ஆக்சைடு உருவாகும் பொழுது 43 கிலோ கலோரி வெப்பம் உள்ளேற்கப்படுகின்றது. எனவே, இவ் வேதி வினையில் சுற்றுப் புறத்திலிருந்து உள்ளேற்கப்படும் வினை வெப்பம் 43 கிலோ கலோரியாகும்.

பல்வேறு வகைப்பட்ட வேதி மாற்றங்கள் உள்ளன. அவற்றுள் சேர்மங்கள் உருவாகும் வினை, பொருள்கள் நீர்மங்களில் கரையும் வினை, கரைசலை நீர்த்தல் வினை, நடுநிலையாக்கல் வினை, எரிதல் வினை போன்றவைகளை முக்கியமானவைகளாகக் கருதலாம். இவ் வினைகளில் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்களை முறையே உருவாக்க வினை வெப்பம், கரைசல் வினை வெப்பம், நீர்த்தல் வினை வெப்பம், நடுநிலையாக்கல் வினை வெப்பம், எரிதல் வினை வெப்பம் என அழைக்கின்றோம்.

உருவாக்கல் வினைவெப்பம் (Heat of formation)

சேர்மங்கள் தனிமங்களின் சேர்க்கையினால் உருவாகும்போது உடன் விளையும் வெப்பம் **உருவாக்கல் வினைவெப்பம்** எனப்படும். எனவே, **தனிமங்கள் இணைந்து ஒரு கிராம மோல் சேர்மமுண்டாகும் பொழுது வெளியேறும் அல்லது உட்கொள்ளப்படும் வெப்பத்தின் அளவை (கிலோ கலோரியில) உருவாக்கல் வினைவெப்பம்** என வரையறுக்கலாம்.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94 \text{ கி.க.}$$

இச் சமன்பாட்டின்படி இரு தனிமங்கள் (கார்பனும் ஆக்சிஜனும்) ஒன்று கூடி ஒரு மூலக் கூறெடையுள்ள கார்பன்டை

ஆக்சைடு உருவாகின்றது. அப்பொழுது 94கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளியேறுகிறது. எனவே, கார்பன்டை ஆக்சைடின் உருவாக்கல் வினை வெப்பம் 94 கிலோ கலோரியாகும்.

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 137 \text{ கி.க.}$$

இச் சமன்பாட்டின்படி ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் என்ற தனிமங்கள் கூடி இரண்டு மூலக்கூறுகள் நீரைத் தருகின்றன. உருவாக்க வினை வெப்பத்தின் வரையறைப்படி தனிமங்கள் இணைவதால் ஒரு கிராம் மூலக்கூறெடை சேர்மம் உண்டாவதில் ஏற்படும் வெப்ப மாறுதலையே கொள்ளவேண்டும்.

வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடுகளை, குறியியல் சமன்பாடுகள் போலக் கருதி இரண்டால் வகுத்து, நீரின் உருவாக்க வினையைக் கணக்கிடலாம்.

எனவே

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 137 \text{ கி.க.} \div 2$$

அல்லது

$$H_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O + 68{\cdot}5 \text{ கி.க.}$$

சாதாரண வேதியியல் சமன்பாடுகளில் மூலக் கூறுகளையோ அல்லது அவற்றின் மடங்கையோதான் குறிப்பிட வேண்டும், ஆனால் வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடுகளில் மூலக்கூறுகளின் பகுதிகளைக் குறிப்பிடுவது பிழையாகாது. இதுபோன்றே அம்மோனியா வாயு உருவாகும் வேதி வினையைக் கீழ்கண்ட வெப்ப வேதியியல் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$\tfrac{1}{2} N_2 + 1\tfrac{1}{2} H_2 \longrightarrow NH_3 + 11 \text{ கி.க.}$$

இவ்வகையில் மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகளாவன:

$$C + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO + 26 \text{ கி.க.}$$
$$\tfrac{1}{2} N_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow NO - 21{\cdot}5 \text{ கி.க.}$$
$$\tfrac{1}{2} H_2 + \tfrac{1}{2} I_2 \longrightarrow HI - 6{\cdot}1 \text{ கி.க.}$$

சல்ஃப்யூரிக் அமில மூலக் கூறு உருவாகும் வினையைக் கீழ்க்கண்ட வெப்ப வேதியியல் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்:

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 21{\cdot}3 \text{ கி.க.}$$

இவ் வினையில் ஒரு கிராம் மூலக்கூறு சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் உருவாகும் பொழுது 21·3 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளியேறுகிறது. இந்த வெப்பத்தை சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் உருவாக்க வெப்ப வினையாகக் கொள்ளக் கூடாது. ஏனெனில், மேலே குறிப்பிட்டுள்ள வினையில் சல்ஃபர் டிரை ஆக்சைடும் நீரும் வினையுற்று

சல்ஃப்யூரிக் அமில மூலக்கூறு உருவாகின்றது. சல்ஃபர் டிரை ஆக்சைடும் நீரும் சேர்மங்களாகும்.

சேர்மங்கள் வினைபுரியும்பொழுது கிடைக்கும் வினை பொருள் களுடன் வெளியேறும் வெப்பம், அவ் வினையின் வெப்பமாகும். ஆனால், சேர்மத்தின் உருவாக்கல் வினை வெப்பமாகாது.

கரைசல் வினை வெப்பம் (Heat of solution)

ஒரு திண்மப் பொருள், ஒரு நீர்மத்தில் இரண்டறக் கலந்து ஒரு சீரான கலவையைக் கொடுக்குமென்பதை அறிவோம். இதில் கிடைக்கும் வினைபொருளைக் கரைசல் என்கிறோம். பெரும்பாலான கரைசல்கள் உருவாகும் பொழுது வெப்ப மாற்றங்கள் ஏற்படு கின்றன.

சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு வில்லைகளை ஒரு முகவையில் எடுத் துக்கொண்டு நீரை ஊற்றிக் கரைக்கும்பொழுது வெப்பம் வெளி யேறுவதை முகவையின் வெளிப்புறத்தைக் கைகளினால் தொட்டு உணரலாம். பொட்டாசியம் அயோடைடு படிகங்கள், ஒரு குவளை யில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட நீரில் கரைக்கும்பொழுது வெளிப் புறத்திலிருந்து வெப்பம் உள்ளேற்கப்படுகிறது. குவளையின் வெளிப்புறத்தைக் கைகளினால் தொட்டுக் குளிர்ச்சி ஏற்படுவதை அறியலாம். எனவே, ஒரு திண்மப் பொருள் ஒரு நீர்மத்தில் கரை யும்பொழுது வெப்ப மாற்றம் அடைவதை அறிகிறோம்.

ஒரு மூலக்கூறு எடையுள்ள கரைபொருளைக் குறிப்பிட்ட ஒரு மூலக்கூறு எடையுள்ள கரைப்பானில் கரைக்கும்பொழுது ஏற் படும் வெப்பமாற்றத்தைக் **கரைசல் வினை வெப்பம்** என்று அழைக் கிறோம். ஒரு பொருளின் கரைசல் வினை வெப்பத்தைக் குறிப் பிடும் பொழுது, கரைப்பானின் எத்தனை மோல்கள் கரைசல் வினை யில் பங்கு பெறுகின்றன என்பதைத் திட்டவட்டமாக, வெப்ப வேதியியல் சமன்பாட்டில் குறித்தல் வேண்டும்.

$$HCl + 50H_2O \longrightarrow HCl{\cdot}50H_2O + 17{\cdot}2 \text{ கி.க.}$$

ஒரு கிராம் மூலக் கூறெடையுள்ள (36·46 கிராம்) ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவை 50 கிராம் மூலக் கூறெடையுள்ள (50 × 18= 900 கிராம்) நீரில் கரைக்கும்பொழுது 17·21 கி. கலோரி வெப்பம் வெளியேறுகிறது. எனவே, ஹைட்ரஜன் குளோரைடு, 50 கிராம் மூலக் கூறெடை நீரில் கரையும்பொழுது கரைசல் வினை வெப்பம் +17·21 கிலோ கலோரியாகும்.

$$H_2SO_4 + 10H_2O \longrightarrow H_2SO_4 \cdot 10H_2O + 16 \cdot 2 \text{ கி.க.}$$

இவ் வினையில் ஒரு கிராம் மூலக்கூறெடையுள்ள (98 கிராம் சல்ஃப்யூரிக் அமில நீர்மம், 10கிராம் மூலக்கூறெடையுள்ள ($10 \times 18 = 180$கிராம்) நீரில் கரையும்பொழுது வெளியேறும் கரைசல் வினை வெப்பம் 16·2 கிலோ கலோரியாகும்.

நீர்த்தல் வினை வெப்பம் (Heat of dilution)

ஒரு மோல் கரைபொருள் எண்ணற்ற கரைப்பான் மோல்களில் கரைந்திருந்தால் மேலும் கரைப்பானைச் சேர்க்கும்பொழுது வெப்ப மாற்றம் எதுவும் குறிப்பிடுமளவுக்கு நிகழாது. இம் மாதிரியான நிலைமையடைந்தவுடன 'aq' எனனும் குறியைப் பயன் படுத்துவது வழக்கம். சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் கரைசல் வெப்பத்தின் உச்ச அளவைக் கீழ்கண்ட சமன்பாடு காட்டுகிறது.

$$H_2SO_4 + aq \longrightarrow H_2SO_4\, aq + 22 \cdot 99 \text{ கி.க.}$$

ஒரு கிராம் மூலக்கூறெடை சல்ஃப்யூரிக் அமிலம், மிக்க அதிக அளவில் நீரில் கலக்கப்படும்பொழுது 22·99 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளியேறுகின்றது. இக் கரைசலில் மேலும் நீரைக் கலக்கும் பொழுது, வெப்ப மாறுதல் எதுவும் ஏற்படுவதில்லை.

$$H_2SO_4 + 10H_2O \longrightarrow H_2SO_4 \cdot 10H_2O + 16 \cdot 2 \text{ கி க.}$$

இச் சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு கிராம் மூலக்கூறெடை சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை 10 கிராம் மூலக் கூறெடை நீருடன் கலக்கும் பொழுது 16·2 கிலோ கலோரி கரைசல் வினை வெப்பமாக வெளி வருமென்றுகிறது.

$$H_2SO_4 \cdot 10H_2O + aq \longrightarrow H_2SO_4\, aq + 6 \cdot 79 \text{ கி.க.}$$

ஒரு கிராம் மூலக் கூறெடை சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் 10 கிராம் மூலக்கூறெடையுள்ள நீரில் கரைந்து ஏற்பட்ட கரைசலை மேலும் விளாவுதலின் மூலம் 6·79 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளிவருகின்றது. இதுவே குறிப்பிட்ட செறிவுள்ள சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கரைசலின் நீர்த்தல் வினை வெப்பமாகும்.

$$HCl\,(g) + 5OH_2O \longrightarrow HCl \cdot 5OH_2O + 17 \cdot 21 \text{ கி.க.}$$
$$HCl \cdot 5OH_2O + aq \longrightarrow HCl\, aq + 0 \cdot 33 \text{ கி.க.}$$

இவ்விரு வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடுகளில், ஹைட்ரஜன் குளோரைடின் கரைசல் வினை வெப்பமும், நீர்த்தல் வினை வெப்பமும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரு கிராம் மூலக்கூறெடையுள்ள ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவை 50 கிராம் மூலக்கூறெடையுள்ள நீரில் கரைக்கும்பொழுது கரைசல் வினை வெப்பமாக 17·21 கிலோ கலோரி வெளியேறு கின்றது.

இக் குறிப்பிட்ட செறிவுள்ள ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலக் கரைசலுடன் வெப்ப மாறுதல் ஏற்படும் வரை மிகுந்த அளவில் நீரை விளாவும்பொழுது மேலும் 0 33 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளியேறுகிறது. இந்த வெப்பமே ஒரு கிராம் மூலக் கூறெடையுள்ள ஹைட்ரஜன் குளோரைடும், 50 கிராம் மூலக் கூறெடையுள்ள நீரும் கலந்துள்ள அமிலக் கரைசலின் நீர்த்தல் வினை வெப்பமாகும்.

நடுநிலையாக்கல் வினை வெப்பம் (Heat of neutralization)

நடுநிலையாக்கல் வினை மூலம் வெப்பம் உமிழப்படுகிறது. நீர்த்த நிலையிலுள்ள ஒரு கிராம் சமான எடை வீரிய அமிலம், நீர்த்த நிலையிலுள்ள, ஒரு கிராம் சமான எடை வீரிய காரத்துடன் வினையுறும்பொழுது 13 7 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளியேறு கின்றது. நீர்த்த கரைசலென்பது மேலும் கரைப்பானைச் சேர்த்தால் வெப்ப மாறுதல் எதுவும் ஏற்படாத நிலையாகும். நடுநிலையாக்கல் வினை ஒரு வெப்பம் உமிழ் வினையாக இருப்பதையும், நீர்த்த வீரிய அமிலமும், வீரிய காரமும் வினையுறும்பொழுது நடுநிலையாக்கல் வினை வெப்பம் ஒரு மாறிலியாக இருப்பதையும் எளிதில் மின் பகுளிப் பிரிகைக் கொள்கையினுல் (Theory of electrolytic dissociation) விளக்கலாம்.

மின் பகுளிப் பிரிகைக் கொள்கையின்படி அமிலங்களும் காரங்களும் நீரில் கரைந்தவுடன் பகுளிப் பிரிகை யடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு என்ற காரம் நீரில் கரைந்தவுடன் பொட்டாசியம் அயனிகளாகவும் (K^+) ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளாகவும் (OH^-) பிரிகையடைகின்றன. அது போன்றே ஹைட்ரஜன் குளோரைடு நீரில் கரைந்தவுடன் ஹைட்ரஜன் அயனிகளாகவும் (H^+) குளோரைடு (CL^-) அயனிகளாகவும் பிரிகையடைகின்றன.

$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

இவ்விரு கரைசல்களையும் ஒன்றுகக் கலக்கும்பொழுது எதிர் மின் அயனிகளிடையே ஈர்ப்புக் கவர்ச்சி நிகழ்ந்து உரிய விளை பொருள்களைத் தருகின்றன.

$$K^+ + OH^- + H^+ + Cl^- \longrightarrow KCl + H_2O$$

KCl என்னும் உப்புப் பொருள் நீரில் கரைந்துள்ள நிலையிலிருப்பதால் முற்றிலுமாகப் பிரிகையடைந்து பொட்டாசியம் அயனிகளாகவும் குளோரைடு அயனிகளாகவும் உள்ளன. ஆனால், மற்றொரு வினை பொருளான நீர் மூலக் கூறுகள் மிகச் சிறிய அளவிலேயே பிரிகை யடைகின்றன. எனவே, இரு கரைசல்களும் கலக்கும்பொழுது ஏற்படும் வினையைக் கீழ்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$K^+ + Cl^- + H^+ + OH^- \longrightarrow K^+ + Cl^- + H_2O$$

இந்த நடுநிலையாக்கல் வினையில் ஹைட்ரஜன் அயனிகளும், ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளும் கூடுவதால் நீர் மூலக் கூறுகள் ஏற்படுகின்றன. பிற அயனிகள் (K^+, Cl^-) தாங்கள் இருந்த நிலையிலேயே யாதொரு மாறுதலுமடையாமல் இருக்கின்றன. எனவே, நடுநிலையாக்கல் வினையென்பது நீர் மூலக் கூறுகள் உருவாகும் வினைக்குச் சமமாகக் கருதப்படலாம்.

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O + 13{\cdot}7 \text{ கி.க.}$$

ஹைட்ரஜன் அயனியும், ஹைட்ராக்சைல் அயனியும் ஒன்று கூடி, நீர் மூலக்கூறு உருவாகும் வினை ஒரு வெப்பம் உமிழ் வினையாகும்.

ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள வீரிய அமிலத்தின் நீர்த்த கரைசல் நடுநிலையாக்கப்படும்பொழுது, ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள நீர் உருவாகின்றது. இவ் வினையில் வெளியேறும் வெப்பம் ஒரு மாறிலியாகவே அமையவேண்டும். எனவேதான் நீர்த்த வீரிய அமிலமும் நீர்த்த வீரிய காரமும் நடுநிலையாக்கப்படும் பொழுது 13·7 கிலோ கலோரியே வெப்பம் வெளியேறுகிறது.

நீர்த்த வீரிய காரங்களும் அமிலங்களும் நடுநிலையாக்கப்படும் பொழுது, 13·7 கிலோ கலோரி வெப்பம் (மாறிலி) வெளியேறுவதற்கு மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகளாவன:

$$NOHaq + HClaq \longrightarrow NaClaq + H_2O + 13{\cdot}68 \text{ கி.க.}$$

$$KOHaq + HNO_3aq \longrightarrow KNO_3aq + H_2O + 13{\cdot}77 \text{ கி.க.}$$

$$HNO_3aq + NaOHaq \longrightarrow NaNO_3aq + H_2O + 13{\cdot}69 \text{ கி.க.}$$

$$HClaq + LiOHaq \longrightarrow LiClaq + H_2O + 13{\cdot}7 \text{ கி.க.}$$

நடுநிலையாக்கல் வினையில் பங்கு பெறும் அமிலம் அல்லது காரம் வீரியமற்ற தன்மையுள்ளதாக இருப்பின் நடுநிலையாக்கல்

வினை வெப்பம் 13·7 கி. கலோரியைவிடச் சற்றுக் குறைவாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ இருக்கின்றது.

அமிலம்	காரம்	நடுநிலையாக்கல் வினைவெப்பம் (கி. க.)
HCl	NH_4OH	12·3
HCN	NaOH	2·46
HNO_3	NH_4OH	12·3
HCOOH	NH_4OH	11·9
CH_3COOH	NaOH	13·4
HF	NaOH	16·4

இவ்வகை நடுநிலையாக்கல் வினைகளில், ஏற்படும் வினை வெப்பம் ஒரு மாறிலியாக அமையாமல், மாறுபட்டிருப்பதையும், மின் பகுளிப் பிரிகைக் கொள்கையின் அடிப்படையில் விளக்கலாம்.

வீரியமுள்ள அமிலமும் வீரியமற்ற காரமும், அல்லது வீரிய மற்ற அமிலமும் வீரியமுள்ள காரமும், அல்லது வீரியமற்ற காரமும் வீரியமற்ற அமிலமும் நடுநிலையாக்கல் வினைகளில் பங்கு பெறும் பொழுது, ஹைட்ரஜன் அயனிகளும் ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளும் சேர்ந்து நீர் மூலக் கூறுகளைக் கொடுப்பது மாத்திரம் நிகழ்வதில்லை. நீரின் மூலக் கூறுகள் உருவாகும் வினையுடன் வீரியமற்ற அமிலம் அல்லது வீரியமற்ற காரம் அயனிகளாகப் பிரிகையடையும்பொழுது ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்களும் உடன் நிகழ்கின்றன. ஆகவே, இவ்வகை நடுநிலையாக்கல் வினைகளில் வீரியமற்ற அமிலம் அல்லது வீரியமற்ற காரம் பிரிகையடை வதால் ஏற்படும் வெப்பம், நீர் மூலக் கூறுகள் உருவாகுவதால் ஏற்படும் வெப்பம், இவற்றின் கூட்டுத் தொகையே வினை வெப்பமாக வெளியேறுகின்றது.

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமும் அம்மோனியம் ஹைட்ராக் சைடும் வினையுறும் வினைகளைப் பின்வரும் சமன்பாடுகளினால் குறிக்கலாம்:

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- + Q_1$$

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O + 13.7 \text{ கி.க.}$$

$$NH_4OH + HCl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^- + H_2O + Q_1 + 13{\cdot}7$$

முன்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ள பட்டியலிலிருந்து இந்த நடுநிலை யாக்கல் வினையில் 12·3 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளி வருமென அறிகிறோம்.

எனவே

$$Q_1 + 13{\cdot}7 = 12{\cdot}3$$
$$Q_1 = 12{\cdot}3 - 13{\cdot}7$$
$$Q_1 = -1{\cdot}4$$

அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளாகப் பிரிகையடையும் பொழுது ஏற்படும் வெப்ப மாற்றத்தைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்:

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH - 1{\cdot}4 \text{ கி.க.}$$

ஹைட்ரஜன் சயனைடு கரைசலும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலும் வினையுறும் வினை, கீழ்கண்ட இரு வினைகளின் சேர்க்கையாகும்.

$$HCN \rightleftharpoons H^+ + ON^- + Q$$

$$NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^-$$

$$H^+ + OH \rightleftharpoons H_2O + 13{\cdot}7 \text{ கி.க.}$$

$$HCN + NaOH \longrightarrow Na^+ + CN^- + H_2O + 13{\cdot}7 + Q$$

முன் கொடுக்கப்பட்டுள்ள பட்டியலிலிருந்து ஹைட்ரஜன் சயனைடும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடும் வினையுறும் பொழுது 2·46 கிலோ கலோரி வெளியேறுமென அறிகின்றோம்.

எனவே,

$$13{\cdot}7 + Q = 2{\cdot}46$$
$$Q = -13{\cdot}7 + 2{\cdot}46$$
$$= -11{\cdot}24$$

ஒரு மோல் ஹைட்ரஜன் சயனைடு, கரைசலில், அயனிகளாகப் பிரிகையடையும் வினையைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்:

$$HCN \longrightarrow H^{+} + CN^{-} - 11{\cdot}24 \text{ கி.க.}$$

இதேவிதமாக அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள மற்ற நடு நிலையாக்கல் வினைகளையும் விளக்கலாம்.

அமிலங்கள் யாவும் பிரிகையடைந்து ஹைட்ரஜன் அயனிகளைக் கொடுக்கின்றன. ஹைட்ரஜன் அயனிகளை அதிக அளவில் கொடுக்கவல்ல அமிலத்தைத் திறன் மிக்க அமிலமென அழைக்கின்றோம். அமிலங்கள் பிரிகை புரியும் அளவுகளை ஒப்பிட்டு அவற்றின் திறன்களைக் கண்டறியலாம். எனவே, நடுநிலையாக்கல் வெப்பங்களை அளந்து, இரு அமிலங்களின் பிரியும் திறன்களை ஒப்பிடலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக HCl, HNO_3 ஆகிய இரு அமிலங்களின் திறன்களைக் கீழ்கண்ட முறையில் ஒப்பிடலாம்.

ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலைக் கலந்து நடுநிலையாக்கல் வினையை நிகழச்செய்து இவ்வினையில் வெளியேறும் வெப்பத்தைக் கண்டறிய வேண்டும்.

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O + Q_1$$

ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தை சோடியம் ஹைடிராக்சைடு கரைசலுடன் , நடுநிலையாக்கல் வினையுறச் செய்து இவ்வினையில் வெளியேறும் வெப்பத்தையும் கண்டறிதல் வேண்டும்.

$$HNO_3 + NaOH \longrightarrow NaNO_3 + Q_2$$

ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தைக் கலக்க வேண்டும். இக் கலவையுடன், ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலைக் கலந்து, இவ் வினையில் வெளியேறும் வெப்பத்தை அளக்க வேண்டும். இவ் வினையில் வெளிவிடப்படும் வெப்பத்தை Q_3 எனக் கொள்வோம்.

இவ் வினையில் x கிராம் சமான எடையுள்ள சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு ஹைட்ரோக்குளோரிக் அமிலத்துடனும், 1—x கிராம் சமான எடையுள்ள சோடியம் ஹைட்ராகசைடு நைட்ரிக் அமிலத்துடனும் வினையுறுவதாகக் கொள்ளலாம்.

எனவே,

$$Q_3 = (x \times Q_1) + [Q_2(1-x)]$$
$$= Q_1 x + Q_2 - Q_2 x$$
$$= Q_2 + x(Q_1 - Q_2)$$
$$Q_3 - Q_2 = x(Q_1 - Q_2)$$
$$x = \frac{Q_3 - Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

இச் சமன்பாட்டிலுள்ள Q_1, Q_2, Q_3 இவற்றின் மதிப்புகள் சோதனைகளின் மூலம் கண்டறியப்படுதலால் x-ன் மதிப்பை, சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி அறியலாம். x-ன் மதிப்பு அறியப்பட்டவுடன் 1—x-ன் மதிப்பையும் அறியலாம்.

ஹைட்ரோக்குளோரிக், நைட்ரிக் அமிலங்களின் திறன் விகிதங்களுக்கேற்பவே அவைகள் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுடன் வினைபுரிகின்றன.

எனவே,

$$\frac{\text{ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தின் திறன்}}{\text{நைட்ரிக் அமிலத்தின் திறன்}} = \frac{x}{1-x}$$

இது போன்றே இரு அமிலங்களின் அல்லது இரு காரங்களின் திறன்களைத் தகுந்த நடுநிலையாக்கல் வினைகள் புரிந்து, அவ் வினைகளில் வெளியிடப்படும் வெப்ப அளவுகளை அளந்து ஒப்பிடலாம்.

எரிதல் வினைவெப்பம் (Heat of Combustion)

ஒரு கிராம் மூலக்கூறெடையுள்ள தனிமம் அல்லது சேர்மம் தேவைக்கு அதிகமான ஆக்சிஜன் வாயுவில், முற்றிலுமாக ஆக்சிஜன் ஏற்றம் அடையும்போது வெளியேற்றப்படும் வெப்பமே எரிதல் வினை வெப்பமாகும்.

எல்லா எரிதல் வினைகளும் வெப்பம் உமிழ் வினைகளாக இருக்குமாதலால், எரிதல் வினைகளில் வெப்பம் வெளியேற்றப்படுமே தவிர வேறுவிதமாக அமைவதில்லை.

கார்பன் என்ற தனிமம் ஆக்சிஜனுடன் வினையுறும்பொழுது, சூழ்நிலைக்கேற்ப, கீழ்க்கண்ட வினைகள் நிகழ்கின்றன:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94 \cdot 0 \text{ கி.க.}$$
$$2C + O_2 \longrightarrow 2\,CO + 52 \text{ கி. க.}$$

அல்லது,

$$C + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO + 26 \text{ கி.க.}$$

இவற்றில் முதல் சமன்பாடு, கார்பன் முற்றிலுமாக ஆக்சிஜனேற்ற மடையும் வினையைக் குறிக்கின்றது. இரண்டாவது சமன்பாட்டின்படி கார்பன் குறைவான அளவுள்ள ஆக்சிஜனுடன் கூடி கார்பன் மானாக்ஸைடு என்ற சேர்மத்தைத் தருகின்றது. இச் சேர்மம் மேலும் ஆக்சிகரணம் அடையக்கூடியதென்பதைக் கீழ்கண்ட சமன்பாட்டின்படி அறியலாம்.

$$CO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO_2 + 68 \text{ கி.க.}$$

எரிதல் வினைவெப்பத்தின் வரையறைப்படி கார்பன் எரிதலின் வினை வெப்பம் 94·3 கிலோ கலோரியேயாகும்.

மீதேன் என்ற கரிமச் சேர்மம் முற்றிலுமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து கார்பன்டை ஆக்ஸைடு, நீர் என்ற சேர்மங்களைத் தருகின்றது.

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + 21 \text{ கி.க.}$$

மீதேன் வாயுவின் எரிதல் வினைவெப்பம் 21·0 கிலோ கலோரியாகும்.

எரிதல் வினைவெப்ப அளவைக் குறிக்கும். மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகளாவன :

$$C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O + 34 \text{ கி.க.}$$

$$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O + 326 \text{ கி.க.}$$

எரிதல் வினை வெப்ப அளவுகளைத் தகுந்த சோதனைகளைச்செய்து எளிதில் கண்டறியலாம். இந்த அளவுகளைப் பயன்படுத்தி, கரிமச் சேர்மங்களின் உருவாக்க வினைவெப்ப அளவைக் கணக்கிடலாம். திட, நீர்ம, வாயு எரிபொருள்களின் எரிதல் வெப்ப வினைகளை அறிவதன் மூலம் அவற்றின் திறன்களை வரிசையாக வகையீடு செய்ய முடிகின்றது. உணவுப் பொருள்களின் எரிதல் வெப்ப அளவுகளைக் கண்டறிவதன் மூலம் அவைகளை உட்கொள்ளுவதால் பெறக்கூடிய சக்திகளைக் கணக்கிட முடிகின்றது.

கரிமச் சேர்மங்களின் வடிவ வாய்பாட்டினை அறியவும் எரிதல் வெப்ப அளவுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஹெஸ்ஸின் மாரு வெப்பக் கூட்டல் விதி :
(Hess's law of constant neat summation)

இவ்விதியின்படி "ஓர் வினை எவ்வழியாகச் செயல்படினும் அவ்வினையிலேற்படும் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றம், திட்டமான அளவின்படி மாறுதல் அடைவதில்லை."

கார்பன்-டை-ஆக்சைடு என்ற சேர்மத்தை இரு வழிகளில் பெறலாம். கார்பனை அதிக அளவு ஆக்சிஜனில் எரியச்செய்து பெறுதல் ஒரு வழியாகும்.

$$C + O \longrightarrow CO_2 + 94{\cdot}3 \text{ கி.க.}$$

இவ்வழியில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு உருவாகும் பொழுது 94·3 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளியேறுகின்றது.

கார்பன் குறைந்த அளவு ஆக்சிஜன் இருக்கும் சூழ்நிலையில் எரியச் செய்தால் கார்பன் மானோக்சைடு என்ற சேர்மம் கிடைக்கின்றது. இச்சேர்மத்தை மேலும் ஆக்சிஜனில் எரியச்செய்வதன் மூலம் கார்பன் - டை - ஆக்சைடு கிடைக்கின்றது. இவ்வாறு தொடர்ந்து நடைபெறும் இரு வினைகளின் மூலம் கார்பன்-டை-ஆக்சைடைப் பெறுதல் மற்றொரு வழியாகும்.

$$C + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO + 26 \text{ கி.க.}$$
$$CO + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO_2 + 68{\cdot}3 \text{ கி.க.}$$

இரண்டாவது முறையில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடைப் பெறும் பொழுதும் 94·3 கிலோ கலோரி (26 + 68·3) வெப்பம் கிடைக்கின்றது.

ஒரு வினை பல படிகளின் வழியாகச் செயல்படுமாயின் வினையின் மொத்த வெப்பம் எல்லாப் படிகளிலும் நிகழும் வெப்ப மாற்றங்களின் எண்ணியல் கூட்டுப் பொருளாக (**algebraic sum**) அமைகின்ற தொன்றுகின்றது.

A என்ற ஒரு பொருள் B என்ற பொருளாக மாறும்பொழுது Q கலோரி வெப்பம் வெளியேறுவதாகக் கொள்வோம். B என்ற வினைபொருள் மேலும் வினையுற்று C என்ற பொருளைத் தரும் பொழுது Q2 கலோரி வெப்பம் உள்ளேற்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். A என்ற பொருளிலிருந்து B என்ற வினைபொருளை அடையும்பொழுது ஏற்படும் மொத்த வெப்ப மாற்றம்

$$+ Q_1 \text{———} Q_2 \text{ கலோரியாகும்.}$$

A என்ற பொருளிலிருந்து D E F என்ற பொருள்களின் வழியாக C என்ற வினைபொருளை பெறமுடியும் எனக்கொள்வோம்.

இவ்வினைகளில் உண்டாகும் வெப்ப மாற்றங்கள் கீழ்கண்ட சமன்பாடுகளின்படி யிருப்பின்,

$$A \longrightarrow D + Q_3$$
$$D \longrightarrow E + Q_4$$
$$E \longrightarrow F - Q_5$$
$$F \longrightarrow C + Q_6$$

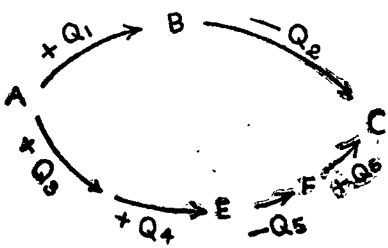
இவ்வழியில் A என்ற பொருளிலிருந்து C என்ற விளைபொருளைப் பெறும் வினைகளில் ஏற்படும் மொத்த வெப்ப மாற்றத்தை,

$$+ Q_3 + Q_4 - Q_5 + Q_6$$

எனக் குறிக்கலாம்.

ஹெஸ்ஸின் விதிப்படி இவ்விரு வெப்ப மாற்றங்களும் சமமாக இருக்கும்.

$$+ Q_1 - Q_2 = + Q_3 + Q_4 - Q_5 + Q_6$$



படம் 1.

ஒரு பொருளின் உருவாக்கல் வினைவெப்பம் வெவ்வேறாக இருக்க முடியாத காரணத்தாலும், ஆற்றலை அழிக்கவோ, அல்லது பெருக்கவோ முடியாது என்ற தத்துவத்தை யொட்டியும், ஹெஸ்ஸின் மாறு வெப்பக் கூட்டல் விதி உண்மையாக இருக்கவேண்டுமென்பது வெள்ளிடை மலையாகும்.

இவ் விதியைப் பயன்படுத்தி சோதனைகளின் மூலமாக கண்டறியமுடியாத பல வெப்ப ஆற்றல் மாற்றங்களை எளிதில் கணக்கிட்டுக் கண்டறியலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு—1

கீழ்கண்ட விவரங்களிலிருந்து மீதேன் உருவாக்க வினை வெப்பத்தைக் கணக்கிடுக.

(1) $C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94{\cdot}3$ கி.க.

(2) $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O + 68{\cdot}4$ கி.க.

(3) $CH_4 + 2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O + 212$ கி.க.

கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் வினையுற்று மீதேன் என்ற சேர்மம் உருவாகுவதாகக் கொள்வோம். இவ்வினையில் உடன் வினையும் வெப்பத்தை Q எனக் கொள்வோம். இவ்வினையைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$(4)\quad C + 2\,H_2 \longrightarrow CH_4 \pm Q$$

கணக்கில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள முதல் சமன்பாட்டையும், இரண்டாவது சமன்பாட்டை இரண்டால் பெருக்கி வரும் சமன் பாட்டையும், கூட்டவும்.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94{\cdot}3 \text{ கி.க.}$$
$$(+)\quad 2\,H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 136{\cdot}8 \text{ கி.க.}$$
$$C + 2H_2 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + 94{\cdot}3 \text{ கி.க.} + 136{\cdot}8 \text{ கி.க.}$$

அல்லது,

$$C + 2\,H_2 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O + 231{\cdot}1 \text{ கி.க.}$$

இச் சமன்பாட்டிலிருந்து கணக்கில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள மூன்றாவது சமன்பாட்டைக் கழித்தால், மீதேன் உருவாக்கல் வினைவெப்பம் கிடைக்கின்றது.

$$(-)\quad C + 2\,H_2 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O + 231{\cdot}1 \text{ கி.க.}$$
$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + 212 \text{ கி,க,}$$
$$C + H_2 - CH_4 = 231{\cdot}1 - 212 \text{ கி.க.}$$
$$C + H_2 = CH_4 + 19{\cdot}1 \text{ கி.க.}$$

இதனை நான்காவது சமன்பாட்டுடன் ஒப்பிடுகையில் Q-ன் மதிப்பு + 19·1 என அறிகிறோம்.

எனவே, மீதேனின் உருவாக்கல் வினைவெப்பம் + 19·8 கிலோ கலோரியாகும்.

மாதிரிக் கணக்கு—2

கீழ்கண்ட விவரங்களிலிருந்து பொட்டாசியம் ஹைட்ராக் சைடின் உருவாக்க வினையைக் கணக்கிடுக.

$$(1)\quad K + H_2O + aq \longrightarrow KOHaq + \tfrac{1}{2}H_2 + 48 \text{ கி.க.}$$
$$(2)\quad H_2 + \tfrac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow H_2O + 68{\cdot}5 \text{ கி க.}$$
$$(3)\quad KOH + aq \longrightarrow KOH\,aq + 14 \text{ கி க.}$$

பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு சேர்மம் உருவாகும் வினை யைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$(4)\quad K + \tfrac{1}{2}\,O_2 + \tfrac{1}{2}\,H_2 \longrightarrow KOH \pm Q_1 -$$

Q, என்பது பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு சேர்மம் உருவாக்க வினை வெப்பத்தைக் குறிக்கும்.

கணக்கில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள 1, 2 சமன்பாடுகளைக் கூட்டி, 3-வது சமன்பாட்டைக் கழித்தால் 4-வது சமன்பாடு கிடைக்கின்றது.

$$K + H_2O + aq + H_2 + \frac{1}{2} O_2 - KOH - aq$$
$$= KOH\ aq + \frac{1}{2} H_2 + H_2O - KOH\ aq$$
$$+ 48 + 68{\cdot}5 - 14 \text{ கி.க.}$$

$$\therefore K + \frac{1}{2} H_2 + \frac{1}{2} O_2 - KOH = 102{\cdot}5 \text{ கி.க.}$$
$$K + \frac{1}{2} H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow KOH + 102{\cdot}5 \text{ கி.க.}$$

எனவே, பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடின் உருவாக்கல் வினை வெப்பம் + 102·5 கிலோ கலோரியாகும்.

மாதிரிக் கணக்கு—3

ஈதைல் ஆல்கஹாலின் உருவாக்கல் வினைவெப்பத்தைக் கீழ்கண்ட வெப்பச் சமன்பாடுகளிலிருந்து கணக்கிடலாம்.

$$(1) \quad C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94 \text{ கி.க.}$$
$$(2) \quad H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O + 68{\cdot}5 \text{ கி.க.}$$
$$(3) \quad CH_3CH_2OH + 3O_2 \longrightarrow ZCO_2 + 3H_2O + 330 \text{ கி.க.}$$

ஈத்தைல் ஆல்கஹால் உருவாகும் வினையைக் கீழ்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$(4) \quad 2C + 3H_2 + \frac{1}{2} O_2 = C_2H_5OH \pm Q$$

கணக்கில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள முதல் சமன்பாட்டை இரண்டாலும், இரண்டாவது சமன்பாட்டையும் மூன்றாலும் பெருக்கி, அவற்றைக் கூட்டினால் கீழ்கண்ட சமன்பாடு கிடைக்கின்றது.

$$2 \times [\, C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94 \text{ கி.க.}]$$
$$(+)\ 3 \times [\, H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O + 68{\cdot}5 \text{ கி.க.}]$$
$$2C + 2O_2 + 3H_2 + 1\frac{1}{2} O_2 = 2CO_2 + 3H_2O + 188 + 20{\cdot}5$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து கொடுக்கப்பட்டுள்ள மூன்றாவது சமன்பாட்டைக் கழித்தால்

$$2C + 3H_2 + 2\frac{1}{2}O_2 = 2CO_2 + 3H_2O + 393{\cdot}5 \text{ கி.க.}$$
$$(-)\ CH_3CH_2OH + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O + 330 \text{ கி.க.}$$
$$2C + 3H_2 + \frac{1}{2} O_2 = CH_3\ CH_2OH + 63{\cdot}5 \text{ கி.க.}$$

எனவே, ஈதைல் ஆல்கஹாலின் உருவாக்கல் வினை வெப்பம் + 63·5 கிலோ கலோரியாகும்.

அழுத்த மாற்றமும், வினை வெப்பமும் :

வேதி வினைகளில் பங்கு பெறும் பொருள்கள் வாயுக்களாக இருப்பின், வினை வெப்பங்களைக் கண்டறிய இரு நிலைகளைக் கையாளலாம். அவைகளாவன :

(அ) மாறாத பரும நிலை (constant volume)

(ஆ) மாறாத அழுத்த நிலை (constant pressure)

முதல் வகையில் வினைபடு பொருள்களின் மொத்த பருமனளவும் வேதி வினையில் விளையும், வினை பொருள்களின் மொத்த பருமனளவையும், சமமாக வைத்திருத்தல் வேண்டும். எனவே, வாயு வினைபடு பொருள்களை ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனளவுள்ள கலத்தில் எடுத்துக் கொண்டு, கலத்தை நன்கு மூடி வேதி வினையை நிகழச் செய்ய வேண்டும். வினையில் உருவாகும் வாயு வினை பொருள்கள் கொள் கலத்தின் பருமனளவைப் பெறுகின்றது. இவ் வகையில் கண்டறியப்படும் வெப்ப மாற்றம், மாறாத பரும நிலையில் ஏற்படும் வெப்ப அளவைக் குறிக்கின்றது.

இரண்டாவது வகையில் வாயு வினைபடு பொருள்கள் உள்ள கலத்தை திறந்து வைத்து, ஒரு வாயு மண்டல அழுத்தத்தில் வினையை நிகழச் செய்தல் வேண்டும். கலத்தின் பருமனளவு கட்டுப்படுத்தப் படாமலிருப்பதால், வினையில் உண்டாகும் வாயு வினை பொருள்கள் அவற்றின் தன்மைக்கேற்ப பருமனளவில் மாறுதலடைய முடிகின்றது. இவ்வகை வினைகளை மேலும் இரு உட் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன :

I. பருமனளவு அதிகரிக்கும் வினைகள்.

II. பருமனளவு குறையும் வினைகள்.

I. பருமனளவு அதிகரிக்கும் வினைகள் :

குளுகோஸ் 100·C வெப்ப நிலைக்கு மேல் எரிவதை முதல் உட் பிரிவுக்கு எடுத்துக் காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{>100^\circ C} 6CO_2 + 6H_2O + Q$$

குளுகோஸ் திண்மப் பொருளாகையால் வாயுப் பொருள்களின் பருமனளவுடன் ஒப்பிடும்பொழுது மிகக் குறைவாக இருக்கும்.

வினை 100°C வெப்ப நிலைக்கு மேல் நிகழ்த்தப்படுவதால் ஒரு வினை படு பொருளான, ஆக்சிஜனின் பருமனளவு 6 பங்காக ($6. O_2$ = 6 பங்கு பருமனளவு) இருக்குமென்றுகிறது. வினை பொருள்களின் பருமனளவு 12 பங்காக (6 + 6) உள்ளது.

இவ்வினையில் பரும பெருக்கம் ஏற்படுவதால், வெளி அழுத்தத்தை எதிர்த்து வேலை நிகழ வேண்டியுள்ளது. இதற்குத் தேவையான ஆற்றலை, வினையில் வெளிப்படும் வெப்பம் கொடுக்கின்றது. எனவே, பருமனளவை நிலையாக வைத்து நிகழும் வினையில் வெளியிடப்படும் வெப்பத்தை விட பருமனளவு அதிகரிக்கும். வினையில் வெளியேறும் வெப்பம் குறைவாக உள்ளது.

மாருத அழுத்த நிலையில் கண்டறியப்படும் வினை வெப்பத்தை Qp எனவும், மாருத பருமநிலையில் கண்டறியப்படும் வினைவெப்பத்தை Qv எனவும் கொள்வோம். வினைபடு பொருள்களும், வினை பொருள்களும் திண்ம நிலை பொருள்களாகவோ, அல்லது நீர்ம நிலை பொருள்களாகவோ இருப்பின் வினையில் ஏற்படும் பருவமாற்றலும், அதன் விளைவாக ஏற்படும் அழுத்தமாற்றமும் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். எனவே, இவ்வகை வினைகளில் Qp = Qv எனக் கொள்ளலாம்.

வினைபடு பொருள்களோ அல்லது வினைபொருள்களோ வாயு நிலையிலிருப்பின் அவற்றின் பருமனளவு மாற்றங்களும் அதன் விளைவாக அழுத்த மாற்றங்களும் அதிக அளவில் இருக்கும். இவ்வகை வினைகளின் Qp ≠ Qv மாருத அழுத்த நிலையில், ஏற்படும் வினையில், வினைபொருள்களின் பருமனளவு, வினைபடு பொருள்களின் பருமனளவை விட அதிகமாக இருப்பின், பரும பெருக்கத்தின் விளைவாக வெளி அழுத்தத்தை எதிர்த்து வேலை செய்ய வேண்டியுள்ளது. இதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படுகின்றது. இந்த ஆற்றலை, வினைபொருள்கள் வினை வெப்பத்திலிருந்து பெற்றுக் கொள்வதனுல், வினையில் கிடைக்கும் வெப்பம் குறைவாக உள்ளது. எனவே,

Qv = Qp + பரும பெருக்கத்தினுல் ஏற்படும் வேலைக்குத் தேவையான ஆற்றல்.

அழுத்தத்தை P என்ற மாருத அழுத்தமாகவும், வினையில் ஏற்படும் பரும பெருக்கம் Δ v எனவும் கொண்டால், பரும பெருக்கத்தில் நடக்கும் வேலைக்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் $P \times \Delta v$ ஆகின்றது.

ஒரு கிராம் (மோல்) வாயு உண்டாவதன் காரணமாக, வாயுவின் பருமன் கூடுவதனுல் தேவைப்படும் ஆற்றல் = $P\triangle v = RT$ = $2T$ $R = 2$.

'm' கிராம் மூலக் கூறுகள் உண்டாவதன் விளைவாக வாயுவின் பருமன் கூடுதலடைந்தால்,

$$P \triangle v = m RT = 2m T$$

என்ற சமன்பாடு கிடைக்கின்றது. எனவே பருவமாற்றத்தினுல் உட்கொள்ளப்படும் ஆற்றல் 2 mT எனக் கொள்ளலாம்

பரும மாற்றத்தினுல் Qv-லிருந்து 2mT கலோரிகள் பயன்படுத்தப்படுவதால்,

Qv = Qp + 2mT என்ற சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

'm' வினைபடு பொருள்களுக்கும், வினை பொருள்களுக்குமுள்ள பருமனளவு மாறுபாட்டைக் குறிக்கும்.

மாதிரிக் கணக்கு—1

மாருத அழுத்தத்திலும் 100°C வெப்ப நிலையிலும்குளுகோஸின் ($C_6H_{12}O_6$), எரிதல் வினை வெப்பம் 651 கி. கலோரிகள். மாருத பருமனில் குளுகோஸின் வினை வெப்பத்தை கணக்கிடுக.

குளுகோஸ் எரியும்பொழுது நிகழும் வினையைக்கீழ்கண்ட சமன் பாட்டால் குறிக்கலாம்

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + Q$$

(திண்மம்) (வாயு) (வாயு பொருள்கள்)

(வினை பொருள்) 6 பருமனளவு = (6+6) பருமனளவு (வினை பொருள்கள்) பருமனளவு அதிகரிப்பதால், மாருத அழுத்தத்தில், வினை பொருள்கள், தங்களிடமுள்ள, ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி விரிவடைகின்றது.

Qv = Qp + 2mT
Qv = ?
Qp = 651 கி. கலோரிகள்.
m = (12—6) = 6.
T = 273 + 100 = 373.
Qv = 651000 + (2 × 6 × 373).
= 651000 + 4476.
= 655467 கலோரிகள்.
= 655 கி. கலோரி. (தோராயமாக)

மாதிரிக் கணக்கு—2

ஒரு கிராம் அணு எடை துத்தநாகத்தை நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் திறந்த கலத்தில் 18°C வெப்ப நிலையில் வினையுறச் செய்தால் 36.2 கி. கலோரி வெப்பம் வெளியேறுகிறது. இந்த வினையை, அதே வெப்ப நிலையில், மாறாத பருமனில் வினையுறச் செய்தால் வெளியேற்றப்படும் வெப்பத்தைக் கணக்கிடுக.

இவ்வினையைக்கீழ்வரும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$\underset{\text{(திண்மம்)}}{Zn} + \underset{\text{(நீர்மம்)}}{2HCl} \longrightarrow \underset{\text{(நீர்மக்கரைசல்)}}{ZnCl_2} + \underset{\text{(வாயு)}}{H_2} + Q$$

இவ்வினையில் ஒரு மோல் ஹைட்ரஜன் வாயு வெளியேறுகின்றது.

$$Qv = Qp + 2nT$$
$$Qv = ?$$
$$Qp = 36200$$
$$n = 1$$
$$T = 273 + 18 = 291$$
$$Qv = 36200 + (2 \times 1 \times 291)$$
$$= 36200 + 582$$
$$= 36782$$
$$= 36\cdot9 \text{ கி. கலோரி. (தோராயமாக)}$$

(11) பருமனளவு குறையும் வினைகள் :

மாறாத அழுத்தத்தில் ஹைட்ரஜனும், நைட்ரஜனும் வினையுற்று அம்மோனியா வாயுவைக் கொடுக்கும் வினையை இந்த உட்பிரிவுக்கு எடுத்துக் காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3 \pm Q$$

நான்கு பருமனளவு (1 + 3) வாயு வினைபடு பொருள்கள், வினையுற்று இரண்டு பருமனளவுள்ள அம்மோனியா வாயுவைக் கொடுக்கின்றது. வினைகலம் திறந்துள்ளதால், பருமனளவு குறைவதன் விளைவாக வெளியிலிருந்து, அமைப்பின்மேல் வேலை செய்யப்படுகின்றது. பருமனளவில் 'n' குறைவேற்படுமானல், அமைப்பின் மேல் செய்யப்படும் வேலையின் அளவு 2nT கலோரிகளாகும். எனவே,

$Qv = Qp - 2nT$ என்ற சமன்பாடு கிடைக்கின்றது.

மாதிரிக் கணக்கு—1

கார்பன் மானோக்சைடும், ஆக்சிஜனும், 17°C வெப்பநிலையில், மாருத அழுத்தத்தில் வினையுறும்பொழுது, 136 கி. கலோரி வெப்பம் கொடுத்தால், இதே வினையை, மாருத பருமனளவில் நடைபெறச் செய்தால் கிடைக்கும் வெப்பத்தைக் கணக்கிடுக.

இவ்வினையைக் கீழ்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்

$$2CO + O2 \longrightarrow 2CO_2 + Q$$

இவ்வினையில் வினைபடு பொருள்களின் பருமனளவு மூன்ருக வும் (2 + 1) வினைபொருளின் பருமனளவு இரண்டாகவும் உள்ளது.

$Qv = Qp - 2mT$
$Qv = ?$
$Qp = 136,000$ கலோரிகள்
$m = (3-2) = 1$
$T = 273 + 17 = 290$
$Qv = 1,36,000 - (2 \times 1 \times 290)$
$= 1,36,000 - 580$
$= 1,35420$ கலோரிகள்
$= 1,35 \cdot 4$ கி. கலோரி (தோராயமாக)

மாதிரிக் கணக்கு—2

எத்தில்ன் வாயு, 17°C வெப்ப நிலையிலும், மாருத பருமனிலும் எரியும்பொழுது, 332·2 கி. கலோரி எரிதல் வினை வெப்பமாக கிடைக்கின்றது. இதே வினையை ஒரு திறந்த கலத்தில் நிகழ்த் திணல் கிடைக்கும் எரிதல் வினைவெப்பத்தைக் கணக்கிடுக.

எத்திலீன் எரிதல் வினையைக் கீழ்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$\underset{\text{(வாயு)}}{C_2H_4} + \underset{\text{(வாயு)}}{3O_2} \longrightarrow \underset{\text{(வாயு)}}{2CO_2} + \underset{\text{(நீர்மம்)}}{2H_2O}$$

இவ்வினையில் வினைபடு பொருள்களின் பருமனளவு நான்காக வும் (1 + 3) வினைபொருளின் பருமனளவு இரண்டாகவும் உள் ளது. வினையில் பருமன் குறைவு ஏற்படுவதால், வெளியிலிருந்து அமைப்பின் மீது வேலை செய்யப்படுகின்றது.

$$Qv = Qp - 2mT$$
$$Qp = ?$$
$Qv = 332,200$ கலோரிகள்
$$m = (4-2) = 2$$
$$T = 273 + 17 = 290$$
$$Qp = 332,200 + (2 \times 2 \times 290)$$
$$= 332,200 + 1160$$
$= 333 \cdot 4$ கி. கலோரி (தோராயமாக)

வெப்ப மாற்றமும், வினை வெப்பமும் :

வெப்ப மாற்றங்களினால், வினைவெப்ப அளவுகளில்.ஏற்படும் மாற்றங்களை கிர்க்காஃப் (Kirchoff) என்பவர் ஆராய்ந்து இவ்விரு மாற்றங்களுக் கிடையே உள்ள தொடர்பை ஒரு சமன்பாடாகக் கொடுத்தார். இந்த சமன் பாட்டை **கிர்க்காஃப் சமன்பாடு** (Kirchoff's equation) என அழைக்கிறோம். இச் சமன் பாட்டை கீழ்கண்ட முறையில் வருவிக்கலாம்.

கிர்க்காஃப் சமன்பாடு

A, B என்ற வினைபடு பொருள்கள் வினையுற்று C, D என்ற வினை பொருள்களைக் தருவதாகக் கொள்வோம். இந்த வினையை T வெப்ப நிலையிலும், T_2 வெப்ப நிலையிலும் நிகழ்த்தினால் முறையே Q_1 வெப்பமும் Q_2 வெப்பமும் வெளி விடுவதாகக் கொள்வோம். இந் நிகழ்ச்சிகளைக் கீழ்காணும் சமன் பாடுகளாகக் குறிக்கலாம்.

$A + B \longrightarrow C + D + Q_1$ --- $T_1°$ல்
$A + B \longrightarrow C + D \times Q_2$ --- $T_2°$ல்

Q_1, Q_2, T_1, T_2, இவற்றிற்கு மிடையேயும் வினைபடுபொருள்கள், வினைபொருள்கள் இவற்றின் மோலார் வெப்ப ஏற்புத்திறன்களுக்கும் (Molar heat capacities) இடையேயுள்ள தொடர்பை, பெற வினையை இரு வழிகளில் நிகழ்த்தலாம்.

வினைபடு பொருள்களை T_1 வெப்ப நிலையில் வினையுறச்செய்தால் Q_1 வெப்பமும், T_1யில் வினை பொருள்களும் கிடைக்கும், வினையில் பெற்ற Q_1 வெப்பத்தில் சிறிதளவைப் பயன்படுத்தி வினைபொருகளை T_1 வெப்ப நிலையிலிருந்து T_3 வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்தலாம். இதற்குத் தேவையான வெப்பம் $Cp(T_2-T_1)$ ஆகும். Cp என்பது, வினை பொருள்களின் மோலார் கனல் ஏற்புத் திறனாகும். இந்த வினையில் வெளி வந்த வெப்பம் (+) Q_1 ஆகும். அதில் ஒரு பகுதி

($C_p (T_2 - T_1)$) வினை பொருள்களை வெப்பப்படுத்த எடுத்துக்கொண்டதாலும் (−), வினையில் ஏற்படும் மொத்த வெப்ப மாறுதல்களை,

$$+ Q_1 - [C_p (T_2 - T_1)]$$ எனக் குறிக்கலாம்.

வினைபடு பொருள்களை T_1 வெப்ப நிலையில் எடுத்துக்கொண்டு, அவற்றை T_2 வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்துவதாகக் கொள்வோம். இதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் $C_v (T_2 - T_1)$ ஆகும். C_v என்பது வினை பொருள்களின் மோலார் கனல் ஏற்புத் திறனாகும். இதனை அமைப்புக்கு கொடுக்க (—) வேண்டியுள்ளது இப்பொழுது வினைபடு பொருள்கள் T_2 வெப்ப நிலையில் உள்ளன. இவற்றை வினையுறச் செய்தால் Q_2 வெப்பம் வெளியேறும் (+) எனக் கொண்டோம். எனவே, இந்நிகழ்ச்சிகளில் ஏற்படும் மொத்த வெப்ப மாற்றத்தை $- C_v (T_2 - T_1) + Q_2$ எனக் குறிக்கலாம்.

இவ்விரு வழிகளில் வினைகள் நிகழ்த்தப்படினும், ஆரம்ப நிலையில் வினைபடு பொருள்கள் T_1 வெப்ப நிலையிலும், முடிவில் வினை பொருள்கள் T_2 வெப்ப நிலையிலுமுள்ளன. ஆற்றலியலின் முதல் விதிப்படி (First law of thermodynamics) இவ்விரு வழிகளிலும் ஏற்படும் மொத்த வெப்ப மாற்றங்கள் சமமாயிருத்தல் வேண்டும். எனவே,

$$+ Q_1 - [C_p (T_2 - T_1)] = - [C_v (T_2 - T_1)] + Q_2$$

அல்லது,

$$Q_2 - Q_1 = C_v [T_2 - T_1] - C_p [T_2 - T_1]$$

அல்லது,

$$Q_2 - Q_1 = (C_v - C_p) (T_2 - T_1)$$

இந்த இறுதிச் சமன்பாடே கிர்க்காஃப் சமன்பாடாகும்.

இச் சமன்பாட்டிலுள்ள வினைபடு பொருள், வினைபொருள் இவற்றின் மோலார் கனல் ஏற்புத் திறன்கள், வெப்ப நிலைகள், வெளியேறும் அல்லது உட்கொள்ளும் வெப்ப அளவுகள் இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்று தெரியாவிடில், சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி அதனை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு

18°C வெப்ப நிலையில், லெட் மானாக்சைடின் உருவாக்க வினை வெப்பம் 52, 400 கலோரிகள். 300°C வெப்ப நிலையில் லெட்

மாஞக்சைடின் உருவாக்க வினை வெப்பத்தைக் கணக்கிடுக. லெட், ஆக்சிஜன், லெட் மாஞக்சைடு இவற்றின் வெப்ப எண்கள் முறையே 0·032, 0·215, 0·052 ஆகும்.

லெட் மாஞக்சைடு, லெட், ஆக்சிஜன் இவற்றின் சேர்க்கையினுல் உருவாகும் வினையை கீழ்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$Pb + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow PbO + 52460 \cdot 18 \cdot C$ வெப்ப நிலையில்,

மோலார் கனல் ஏற்புத்திறன் } = மூலக் கூறெடை × வெப்ப எண்.

காரீயத்தின் மோலார் கனல் ஏற்புத்திறன் } = $207 \times \cdot 032$

ஆக்சிஜனின் மோலார் கனல் ஏற்புத்திறன் } = $32 \times 0 \cdot 215$

ஆனுல் இவ்வினையில் ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவே பங்கு பெறுவதால் அதன் கனல் ஏற்புத் திறன் } = $\frac{1}{2} \times 32 \times 0 \cdot 215$

எனவே,

$$Cv = (207 \times \cdot 032) + (\tfrac{1}{2} \times 32 \times 0 \cdot 215) = 10 \cdot 06$$

லெட் மாஞக்சைடின் மோலார் கனல் ஏற்புத்திறன் } = $(207 + 16) \times 0 \cdot 052$

$$= 223 \times 0 \cdot 052$$

$$\therefore\ Cp = 11 \cdot 6$$

$$Q_2 - Q_1 = (Cv - Cp)\ (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 - 52 \cdot 460 = (10 \cdot 06 - 11 \cdot 6)\ (573 - 291)$$

$$= -1 \cdot 54 \times 232$$

$$= -434 \cdot 28$$

$$Q_2 = 52{,}460 - 434 \cdot 28$$

$$= 52 \cdot 026.$$

லெட் மாஞக்சைடின் உருவாக்க வினைவெப்பம் (300°C வெப்ப நிலையில்) } = 52,026 கலோரிகள்.

பிணைப்பு ஆற்றல் (Bond energy):

பல அணுக்களைக் கொண்ட மூலக் கூறுகளில், அணுக்கள் யாவும் ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூலக்கூறின் நிலைத்தன்மை, அதிலுள்ள அணுக்களின் பிணைப்பு ஆற்றலளவைப் பொறுத்துள்ளது.

வேதி வினைகள், அணுக்களின் சேர்க்கையினால் நிகழ்கின்றன. எனவே வேதி வினைகள் நிகழ்வதற்கு முதல்படியாக அணுக்கள் தோன்ற வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக ஆக்சிஜனும், ஹைட்ரஜனும் வினையுற்று நீர் உண்டாவதை எடுத்துக்கொள்வோம். இவ்வினையைக் கீழ்காணும் வெப்ப வேதியியல் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O + 68{\cdot}5 \text{ கி.க.}$$

இவ்வினை நிகழும்பொழுது ஏற்படும் மாற்றங்கள் பின்வருமாறு:

ஒரு மூலக் கூறு ஹைட்ரஜன் பிரிகையடைந்து இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களைத் தருகின்றன.

$$H_2 \longrightarrow 2H - Q_1$$

ஆக்சிஜன் மூலக்கூறு பிரிகையடைந்து ஆக்சிஜன் அணுக்களைத் தருகின்றன.

$$O_2 \longrightarrow 2O - Q_2$$

இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள், ஒரு ஆக்சிஜன் அணுவுடன் கூடி, நீர் மூலக் கூற்றினைத் தருகின்றன.

$$2H + O \longrightarrow H_2O + Q_3$$

மேற் கூறிய மூன்று நிகழ்ச்சிகளில், முதல் இரண்டு வினைகளில், வெப்பம் உள்ளேற்கப் படுகின்றது. மூன்றாவது வினையில் வெப்பம் வெளியேறுகின்றது. எனவே இந்நிகழ்ச்சிகளைக் கீழ்காணும் சமன் பாடுகளாகக் காட்டலாம்.

$$H_2 \longrightarrow 2H - Q_1$$
$$O_2 \longrightarrow 2{\cdot}O - Q_2$$
$$2H + O \longrightarrow H_2O + Q_3$$
$$- Q_1 + (\tfrac{1}{2} - Q_2) + Q_3 = 68{\cdot}5$$

Q·3 என்பது இரண்டு O—H பிணைப்புகள் ஏற்படும்பொழுது கிடைக்கும் வெப்பமாகும். Q_1, Q_2 என்பவைகள் அணுவாக்கல் வினை வெப்பங்களாகும்.

அணுவாக்கல் வினை வெப்பம் (Heat of atomisation)

ஒரு தனிமத்தின் கிராம் அணு எடையிலுள்ள அணுக்கள் யாவும், தனித்தனியாகப் பிரியத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலுக்கு **அணு ஆக்கல் வினை வெப்பம்** என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக ஹைட்ரஜனின் அணு ஆக்கல் வினை வெப்பம் — 52,100 கலோரி கள் என்றால், ஒரு கிராம் ஹைட்ரஜன், அணுக்களாக பிரிய 52,100 கலோரிகள் கொடுக்க வேண்டுமென்பதாகும்.

தனிமங்களின் அணு ஆக்கல் வினை வெப்பங்கள், நிற நிரலாய்வின் மூலம் (spectroscopic analysis) கணக்கிடப் பட்டுள்ளன. சில முக்கிய தனிமங்களின் அணுவாக்கல் வினை வெப்பம் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

எண்.	தனிமம்	அணு ஆக்கல் வினைவெப்பம் (கலோரிகள்)
1.	ஹைட்ரஜன்	— 52,100
2.	ஆக்சிஜன்	— 59,200
3.	கார்பன்	— 1,71,700
4.	சல்ஃபர்	— 75,200
5.	குளோரின்	— 29,000
6.	புரோமின்	— 26,700
7.	அயோடின்	— 25,500

அணுக்கள் மீண்டும் கூடி மூலக்கூறுகள் உண்டாகும்பொழுது, அணுக்களிடையப் பிணைப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியில் பொதுவாக வெப்பம் வெளியிடப்படுகின்றது. இக்காரணத்தினால் தான், மூலக்கூறுகள் அணுக்களைவிட நிலை பெற்றதாயுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும், ஒரு ஆக்சிஜன் அணுவும் சேர்ந்து நீர் மூலக்கூறு உருவாகும்பொழுது, ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கும் ஆக்சிஜன் அணுவிற்குமிடையே பிணைப்புகள் உருவாகின்றன.

உருவாக்கல் வினை வெப்பமும், வினையில் பங்கு பெறும், தனிமங்களின் அணு ஆக்கல் வினை வெப்பங்களும், உருவான மூலக் கூறிலுள்ள பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கையும் தெரிந்தால், எளிதில், பிணைப்பு ஆற்றலைக் கணக்கிடலாம்.

உருவாக்கல் வினைவெப்பம் = அணு ஆக்கல் வினை வெப்பம் + பிணைப்புகள் ஆற்றல்.

மாதிரிக் கணக்கு—1

கீழ்கண்ட கண்டறிதல்களிலிருந்து C—H பிணைப்பு ஆற்றலைக் கணக்கிடுக.

மீத்தேன் உருவாக்கல் வினைவெப்பம் } = 18,500 கலோரிகள்

கார்பன் அணு ஆக்கல் வினைவெப்பம் } = 1,71,700 கலோரிகள்

ஹைட்ரஜன் அணு ஆக்கல் வினைவெப்பம் } = — 52,100 கலோரிகள்

மீத்தேன், உருவாகும் வினையைக் கீழ்காணும் வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடால் குறிக்கலாம்.

$$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4 + 18{,}500 \text{ கலோரிகள்}$$

அதாவது,

$$C \longrightarrow C \text{ —— } 171{,}700$$

↓ (திண்மம்) ↓ (அணுக்கள்)

$$2H_2 \longrightarrow 4H \text{ —— } (4 \times 52{,}100)$$

↓ (மூலக்கூறு) ↓ (அணுக்கள்)

இவ்வாறு, [—1,71,700 + (4 × —52100)]

—3,80,100 கலோரிகளை எடுத்துக்கொண்டு கிடைக்கப்பெற்ற ஒரு கிராம் அணு எடையுள்ள கார்பன் அணுக்களும், நான்கு கிராம் அணு எடையுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் ஒன்று கூடி நான்கு C—H பிணைப்புகளைக் கொடுத்து, மீத்தேன் மூலக்கூறாக மாறுகின்றது. இவ்வினையில் 18,500 கலோரி வெளியேற்றப்படுகின்றது.

ஒவ்வொரு C—H பிணைப்பு ஏற்படும் பொழுது x கலோரி வெளியேறுவதாகக் கொண்டால் நான்கு C—H பிணைப்புகளால்

4x கலோரி வெளியேற்றப்படும். எனவே, வினைகளில் ஏற்படும் வெப்ப ஆற்றல்களை மட்டும் சமன்பாடாக குறித்தால்,

$$18{,}500 = -\ 80,\ 100 + 4x$$

என்ற சமன்பாடு கிடைக்கின்றது.

$$\therefore \quad 4x = 18{,}500 + 3{,}80{,}100$$
$$= 3{,}98{,}600$$
$$x = 99{,}650$$

எனவே,

C—H பிணைப்பு ஆற்றல் = 99,650 கலோரிகள்.

இம்முறையில், உருவாக்கல் வினை வெப்பத்தையும் அணு ஆக்கல் வினை வெப்பத்தையும் பயன்படுத்தி, பல பிணைப்புகளின் ஆற்றல் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் சில முக்கிய பிணைப்பு ஆற்றல்கள் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

எண்.	பிணைப்பு	பிணைப்பு ஆற்றல் (கிலோ கலோரியில்)
1.	C — C	83·7
2.	C = C	1·45·0
3.	C ≡ C	1·98·0
4.	C — H	99·7
5.	C — Cl	78·0
6.	C = O	1·73·0
7.	H — O	1·09·4
8.	H — H	1·03·2
9.	H — Cl	1·02·1
10.	Cl — Cl	57·1
11.	Bv — Bv	46·0
12.	N — H	92·2

2. எரிதல்

தொழிற் துறையில் பல்வேறு வகையான பொருட்களை எரித்து, அதிலிருந்து பெறப்படும் வெப்ப ஆற்றலைத் தகுந்த முறையில் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். எரிதல் எவ்வாறு நிகழ்கின்றதென் பதை அறிந்தால், எரிதலில் கிடைக்கக்கூடிய வெப்ப ஆற்றலில் பெரும்பகுதியை எளிதில் பயனுள்ள வகையில் பெறமுடியும்.

எரிதல் என்பது ஒரு ஆக்சிஜனேற்ற வினையாகும். அநேக மாக எல்லா ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளிலும் வெப்பம் வெளிப்படு கின்றது. ஆனால் எல்லா ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளையும் எரிதல் வினைகளாகமாட்டா. ஒரு பொருள் துரிதமாக ஆக்சிஜனேற்ற மடைந்து, மிக்க ஆற்றலை வெளியிட்டால், அதனையே எரிதல் என் கிறோம். இது போன்றே எந்த ஒரு பொருள் எளிதில் எரிந்து, கட்டுப்படுத்தக்கூடிய மிக்க வெப்ப ஆற்றலைத் தருகின்றதோ அதனை எரிபொருள் என்கிறோம். எரிபொருள் எளிய முறையில் கிடைக்கக் கூடியதாயும், விலை குறைவாகவும், எளிய முறையில் முற்றிலும், எரியக் கூடியதுமாகவும் இருத்தல் வேண்டும். எரிபொருள் எரிவதற்கு, அதனை முதலில், தீப்பற்றும் வெப்ப நிலைக்கு (ignition temperature) உயர்த்த வேண்டும் அடுத்தபடியாக எரிபொருள் ஆக்சிகரணமடையத் தேவையான ஆக்சிஜனைக் கொடுக்க வேண்டும்.

தீப்பற்றும் வெப்பநிலை: (Ignition temperature)

ஒவ்வொரு எரிபொருளும், ஒரு குறிப்பிட்ட உயர் வெப்ப நிலையை அடைந்த பிறகுதான் தீப்பற்றி எரியும் தன்மையுள்ளதாக இருக்கும். இந்த வெப்ப நிலையை எரிபொருளின் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலை என்கிறோம். திண்ம எரிபொருளின் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலை எரிபொருளின் தன்மையையும், அதன் பரிமாணத்தையும் (size) அதனுடன் கலந்துள்ள மாசுப் பொருள்களையும் பொருத்து இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக நிலக்கரித் தூளின் தீப்பற்றும் வெப்பநிலை, கட்டி நிலக்கரியை விட வெகுவாக குறைந்து காணப் படுகிறது. நீர்ம எரி பொருளின் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலை, அதன் தன்மை, அதனுடன் கலந்துள்ள மாசுப் பொருள்களின் தன்மை இவற்றைப் பொருத்தேயுள்ளது. வாயு எரி பொருளின், தீப்பற்றும்

வெப்ப நிலை, அதன் தன்மை, அதன் அழுத்தம் இவற்றைப் பொருத்தும், அதனுடன் கலந்துள்ள மாசுப் பொருட்களின் தன்மையைப் பொருத்தும் உள்ளது.

திண்ம எரிபொருளான அனல் மிகு நிலக்கரி (Antracite) நுண் தூள்களாக இருப்பின், தீப்பற்றும் வெப்ப நிலை 500°C ஆக உள்ளது. ஆனால் அதே நிலக்கரி கட்டிகளாக இருப்பின் அதன் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலை சுமார் 650°C வெப்ப நிலைக்கு அதிகமாக உள்ளது. மரக்கரியின் (wood charcoal) தீப்பற்றும் வெப்ப நிலை 220°C ஆகவும், சுட்ட கரி (coke) யின் தீப்பற்றும் நிலை அதன் தரத்திற்கேற்ப 420°C முதல் 620°C வரையிலுள்ளது.

நீர்ம எரி பொருள்களான பெட்ரோல், மண்ணெண்ணை, டீசல் எண்ணெய் இவற்றின் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலைகள் முறையே, 300°C, 360°C, 575°C ஆக உள்ளன.

சில முக்கிய வாயு எரி பொருள்களான, ஹைட்ரஜன், கார்பன் மானாக்சைடு இவற்றின் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலைகள் முறையே 585°C ஆகவும், 648°C ஆகவும் உள்ளன.

வெப்ப அலகுகள் (Thermal units)

ஒரு எரி பொருளின் இயல்பை மற்றொரு எரிபொருளுடன் ஒப்பிடுகையில், அது எரிவதால் கிடைக்கப் பெறும் வெப்பத்தின் அளவை மிக முக்கியமானதொரு பண்பாகக் கருதப்பட வேண்டும். எரிபொருளிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் வெப்பத்தின் அளவை விட பல்வேறு வெப்ப அலகுகள் பழக்கத்திலுள்ளன.

(அ) கலோரி (Calorie)

ஒரு கிராம் தண்ணீரை 15°C வெப்ப நிலையிலிருந்து 16°C வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப அளவுக்கு கலோரி என்று பெயர். கலோரி என்பது ஒரு கிராம் தண்ணீரை 1°C வெப்ப நிலையிலிருந்து 100°C வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்த தேவைப் படும் வெப்பத்தின் 1/100 பாகம் எனவும் வரையறுக்கலாம்.

(ஆ) கிலோ கலோரி (Kilo Calorie)

கலோரி என்ற வெப்ப அலகு மிகச்சிறியதாக உள்ளதாலும், எரி பொருள்கள் எரியும்பொழுது பல்லாயிரக்கணக்கான கலோரிகள் மதிப்புள்ள வெப்பம் வெளியேறுவதாலும், கிலோ கலோரி என்ற அலகு பயன்படுகிறது. ஒரு கிலோ கலோரி என்பது

1,000 கிராம் தண்ணீரை, 0°C வெப்ப நிலையிலிருந்து 100°C வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்த தேவைப்படும் வெப்பத்தின் 1/100 பாகம் எனவும் வரையறுக்கலாம்.

(இ) பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகு (British Thermal Unit—B.T.U)

ஒரு பவுண்டு தண்ணீரை 1°F வெப்ப நிலை உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்ப அளவே பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகு என அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த அலகே, எரி பொருள்களின் கலோரி மதிப்பை (calorific value) கணக்கிடுகையில் பெரும்பாலாக பயன் படுத்தப்பட்டது. ஒரு பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகு 252 கலோரிகளுக்குச் சமமாக உள்ளது.

(ஈ) செண்டிகிரேடு வெப்ப அலகு (Centigrade heat-unit) (C.H.U)

ஒரு பவுண்டு தண்ணீரை 1°C வெப்ப நிலை உயர்த்தத்தேவைப் படும் வெப்ப அளவிற்கு, சென்டிகிரேட் வெப்ப அலகு எனப்பெயர். ஒரு சென்டிகிரேட் வெப்ப அலகு, 453 கலோரிகளுக்கும், 1·8 பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகிற்கும் சமமாகயிருக்கும்.

ஒரு வெப்ப அலகிற்கும் மற்றொரு வெப்ப அலகிற்குமுள்ள சம்பந்தம் தெரிந்தால், ஒன்றை மற்றொன்றாக எளிதில் மாற்றலாம்.

1000 கலோரி	=	1 கிலோ கலோரி.
453 கலோரி	=	1 சென்டிகிரேட் வெப்ப அலகு.
252 கலோரி	=	1 பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகு.
1 சென்டிகிரேட் வெப்ப அலகு	=	1·8 பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகு

எரிபொருளின் கலோரி மதிப்பு (Caloriefic value of the fuel)

ஒரு குறிப்பிட்ட எடை அல்லது பருமனளவுள்ள எரி பொருள், முற்றிலுமாக எரியும்பொழுது கிடைக்கும் வெப்ப அளவே, அந்த எரி பொருளின் கலோரி மதிப்பு என அழைக்கப்படுகின்றது. பொதுவாக திண்ம, நீர்ம எரி பொருள்களுக்கு, ஒரு அலகு எடையையும், வாயு எரி பொருள்களுக்கு ஒரு அலகு பருமனளவையும் நியமமாகக் கொள்கிறோம்.

திண்ம எரிபொருள்களின் கலோரி மதிப்பைக்கணக்கிட ஒரு கிராம் எடையை மெட்ரிக் முறையிலும், ஒரு பவுண்டு எடையை பிரிட்டிஷ் முறையிலும் கொள்கிறோம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கிராம் நிலக்கரி எரிவதால் கிடைக்கும் வெப்பத்தைக் கிலோ கலோரியில் மெட்ரிக் முறையிலும், ஒரு பவுண்டு நிலக்கரி எரி

வதால் கிடைக்கும் வெப்பத்தை பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகில் பிரிட்டிஷ் முறையிலும், நிலக்கரியின் கலோரி மதிப்பு குறிப்பிடப்படுகின்றது.

நீர்ம எரி பொருள்களின் கலோரி மதிப்பைக் கணக்கிடும் பொழுது, எரி பொருளின் எடையே, நியமமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது.

வாயு எரி பொருளின் கலோரி மதிப்பைக் கணக்கிடும் பொழுது, அதன் பரிமாணத்தை நியமமாக எடுத்துக் கொள் கிறோம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு லிட்டர் உலை வாயு (Producer gas) எரியும் பொழுது கிடைக்கும் வெப்பத்தை கிலோ கலோரியில், மெட்ரிக் முறையிலும், ஒரு கன அடி உலை வாயு எரிவதால் கிடைக்கும் வெப்பத்தை பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகில் பிரிட்டிஷ் முறையிலும், குறித்து அதன் கலோரி மதிப்பு வெளியிடப்படு கின்றது.

எரி பொருளின் கலோரி மதிப்பைக் குறிப்பிடும்பொழுது மொத்த கலோரி மதிப்பென்றும், (Gross caloriefic value) நிகர கலோரி மதிப்பென்றும் (Net caloriefic value) இருவகையில் குறிப் பிடலாம்.

மொத்த கலோரி மதிப்பு (Gross caloriefic value)

ஒரு கிராம், திண்ம அல்லது நீர்ம எரி பொருளை எரிக்கும் பொழுது, உண்டாகும் விளை பொருள்களின் வெப்ப நிலை 15°C ஆக இருப்பின், அந்த வினையில் கிடைக்கும் வெப்பமே எரிபொருளின் மொத்த கலோரி மதிப்பாகும். எரி பொருள்களின் கலோரி மதிப்பைச் சோதனைகளிலல் அளவிடும் பொழுது மொத்த கலோரி மதிப்பே கணக்கிடப்படுகின்றது.

நிகர கலோரி மதிப்பு (Net caloriefic value)

எரிபொருள்களை, உலைகளில் (furnaeces) எரிக்கும் பொழுது வினையில் கிடைக்கும் விளை பொருள்கள் 15°C வெப்ப நிலையில்லா மல், உலையின் வெப்ப நிலையில் இருக்கின்றன. ஒரு கிராம் எரி பொருள் எரியும் பொழுது, அதன் விளை பொருள்கள் 100°C வெப்ப நிலைக்கு மேலிருப்பின் அந்த வினையில் கிடைக்கும், வெப்ப அளவே, அந்த எரிபொருளின் நிகர கலோரி மதிப்பாகும்.

பெரும்பாலான எரி பொருள்களில் கார்பனும், ஹைட்ரஜனும் உள்ளன. இத்தனிமங்கள், தீவிர ஆக்சிகரணமடைவதால் தான் எரி பொருள் எரிந்து மிகுந்த வெப்பத்தைக் கொடுக்கின்றது.

ஆக்சிகரணம் அடையும் வினைகளை கீழ்காணும் சமன்பாடுகளால் குறிக்கலாம்.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + Q_1$$
$$H_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O + Q_2$$

இவ்வினைகளில், கார்பன்டை ஆக்சைடும், நீரும், வினைபொருள் களாகக் கிடைக்கின்றன. இவற்றுள் கார்பன்டை ஆக்சைடு 15°C வெப்ப நிலையிலும், 100°C வெப்ப நிலையிலும் வாயுவாகவேயுள்ளது வினை பொருளை 15°C வெப்ப நிலையிலிருந்து 100°C வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்த மிகச்சிறிய அளவு வெப்பமே தேவைப் படுகின்றது.

இதற்கு மாருக, நீர் வினை பொருளாக இருக்கும் பொழுது 15°C வெப்ப நிலையில் நீரின் மூலக் கூறுகள் நீர்ம நிலையிலும், 100°C வெப்ப நிலையில் வாயு நிலையிலும் உள்ளன. 15°C வெப்ப நிலையில் உள்ள ஒரு கிராம் நீரை 100°C வெப்ப நிலையிலுள்ள நீராவியாக மாற்ற மிகுந்த அளவு வெப்பம் தேவைப்படுகின்றது.

15°C வெப்ப நிலையிலிருந்து 1 கிராம் நீரை, 100°C வெப்ப நிலைக்கு மாற்ற தேவைப்படும் வெப்பம் (நீரின் வெப்ப எண் = 1)	= (100—15)X1 = 85 கலோரி
100°C வெப்ப நிலையிலுள்ள 1 கிராம் நீரை, 100°C வெப்ப நிலையிலுள்ள 1 கிராம் நீராவியாக மாற்ற தேவைப்படும் வெப்பம் (நீரின் உள்ளுரை வெப்பம் = 540 கலோரிகள்)	= 1X540 = 540 கலோரிகள்.
எனவே, 15°C வெப்ப நிலையிலுள்ள 1 கிராம் நீரை 100°C வெப்ப நிலையிலுள்ள நீராவியாக மாற்ற தேவைப்படும் வெப்பம்.	= 85+540 = 625 கலோரிகள்.

$$H_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$$

என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு கிராம் ஹைட்ரஜன் ஆக்சிகரணமடையும் போது 9 கிராம் நீர் கிடைக்குமென்பதை அறிகிறோம்.

ஒரு கிராம் எரி பொருளில் H கிராம் ஹைட்ரஜன் இருப்பதாகக் கொண்டால், ஒரு கிராம் எரி பொருள் எரிவதால் கிடைக்கக்கூடிய நீரின் எடை 9H கிராம் என ஆகின்றது; இந்த 9H கிராம் நீரும் உலையில் எரிபொருள் எரியும் பொழுது, கிடைக்கும் வெப்பத்தின் ஒரு பகுதியை எடுத்துக் கொள்வதால், எரி பொருளிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய வெப்பம் அந்த அளவுக்குக் குறைகின்றது.

நிகர கலோரி மதிப்பு = மொத்த கலோரி மதிப்பு—(9Hx625) கலோரிகள் என்ற சமன்பாடு கிடைக்கின்றது.

இதே முறையில் பிரிட்டிஷ் வெப்ப அலகுகளிலும், மொத்த கலோரி மதிப்புக்கும், நிகர கலோரி மதிப்புக்குமுள்ள சம்பந்தத்தைக்காணலாம்.

60°F வெப்ப நிலையிலிருந்து 1 பவுண்டு நீரை 212°F வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்தத் தேவைப் படும் வெப்பத்தின் அளவு.	= 212—60 = 152 B.T.U.
212°F வெப்ப நிலையிலுள்ள 1 பவுண்டு நீரை 212°F வெப்ப நிலையுள்ள நீராவியாக மாற்றத் தேவைப்படும் வெப்ப அளவு (உள்ளுறை வெப்பம்=970 B.T.U.	— 970 B.T.U.
∴ 60°F வெப்ப நிலையிலுள்ள 1 பவுண்டு நீரை 212°F வெப்ப நிலையுள்ள நீராவியாக மாற்றத் தேவைப்படும் வெப்ப அளவு	= 152+970 = 1122 B.T.U.

ஒரு பவுண்டு எரி பொருளில் H பவுண்டு ஹைட்ரஜன் இருப்பதாகக் கருதினால், எரி பொருளிலுள்ள ஹைட்ரஜன் எரியும் வினையில் உண்டாகும் வினைபொருள், எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்பத்தின் அளவு 9Hx1l 2 B.T.U. எனலாம்.

எனவே,

நிகர கலோரி மதிப்பு = மொத்த கலோரி மதிப்பு—(9Hx1152) B.T.U.S.

எரி பொருளில், ஹைட்ரஜன் இல்லாமல், கார்பன் மட்டும் இருந்தால் நிகர கலோரி மதிப்பும், மொத்த கலோரி மதிப்பும் சமமாயிருக்கும்.

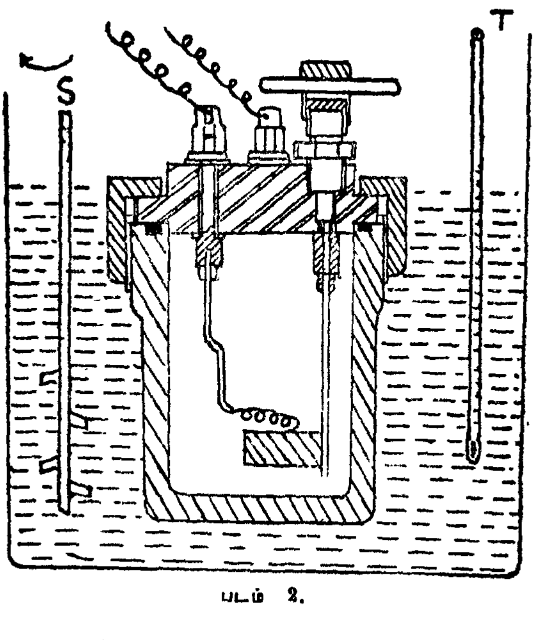
கலோரி மதிப்பை அளவிடல் (Measurement of caloriefic value)

திண்ம, நீர்ம எரி பொருள்களின் கலோரி மதிப்பை சோதனைச் சாலையில் அளவிட 'பாம் கலோரி மானி' (Bomb Caloriemeter) என்ற சாதனத்தைப் பயன் படுத்துகிறோம்.

பாம் கலோரி மானி, தடித்த உலோகத் தகட்டினால் செய்யப் பட்டுள்ள கலனாகும். இதன் வாய், கனமான தகட்டினால் செய்யப் பட்ட திருகு மூடியினால் மூடப்பட்டுள்ளது. மூடியில் பொருத்தப் பட்டுள்ள குழாயின் மூலம் பிராணவாயுவை கலோரி மானிக்குள் செலுத்த முடியும். மூடியில் இரு தடித்த மின் முனைகள், தகுந்த மின் அரிதில் கடத்திகளால் பிரிக்கப்பட்டுப்பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு மின் முனையின் இறுதியில், ஒரு புடக் குகைப் பொருத்தப் பட்டுள்ளது. மற்றொரு மின் முனையின் இறுதியில் பிளாட்டின கம்பிச் சுருள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இரு மின் முனைகளும்

கலோரி மானிக்கு வெளியில், மின் சுற்றுடன் இணைக்கத் திருகுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

புடக் குகையில், துல்லியமாக எடை அறியப்பட்ட எரிபொருளை எடுத்துக் கொண்டு, பிளாட்டினக் கம்பிச்சுருள் எரி பொருளையும், புடக்குகையைத் தாங்கியுள்ள மின் முனையையும் தொட்டிருக்கும் படிச் செய். மூடியை கலோரிமானியில் பொருத்தி நன்கு திருகு. பிராணவாயுவைச் செலுத்தும் குழாயை, ஒரு பிராணவாயு சிலிண்டருடன் இணைத்துச் சுமார் 25 கிலோ கிராம் / செ. மீ. அழுத்தம் இருக்கும்படி பிராணவாயுவைச் செலுத்து. பிராண வாயு செலுத்தும் குழாயிலுள்ள ஒரு வழிக் கதவு (Valve) உள் சென்ற பிராணவாயு வெளி வராமல் இருக்கச் செய்கின்றது.



படம் 2.

தகுந்த ஓர் செப்பு கலோரி மானியை எடுத்துக் கொண்டு அதன் எடையைக் காண்க. அதில் நீரை எடுத்துக் கொண்டு மொத்த எடையைக் காண்க. பாம் கலோரி மானியைப் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி நீரில் மூழ்கியிருக்கும்படி அமைத்து, மின் முனைகளை, மின் சுற்றுடன் இணை.

பிளாட்டினச் சுருளில் மின்சாரம் செலுத்தப்படுவதால், அதன் வெப்பம் அதிகரிக்கின்றது. இச்சுருள் எரி பொருளையும் தொட்டுக்

கொண்டிருப்பதால், எரிபொருள். தீப்பற்றும் வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்தப்பட்டவுடன், பாம் கலோரி மானியில் எரி பொருள் மிக்க அழுத்தத்துடனுள்ள ஆக்சிஜனுடன் கூடி எரிகின்றது.

எரி பொருள் எரிவதால் உண்டான வெப்பம், பாம் கலோரி மானியின் சுவர்களைக் கடந்து, செப்பு வெப்பமானியிலுள்ள நீரின் வெப்ப நிலையை உயர்த்துகிறது. நீரின் ஆரம்ப வெப்ப நிலையையும் இறுதி வெப்ப நிலையையும் தகுந்த வெப்ப மானியைக் கொண்டு அள. வெப்ப மானியைப் பயன்படுத்தும்போது பின் பற்றப்படும் முன்னெச்சரிக்கைகள் யாவும் இச்சோதனையிலும் பின்பற்றப்பட வேண்டும்.

எரி பொருள் எரிவதனால் கிடைக்கும் வெப்பம், பாம் கலோரி மானியின் பாகங்கள், நீர், செப்பு வெப்பமானி இவற்றின் வெப்ப நிலையை உயர்த்துகின்றது. தகுந்த கணக்கீட்டின் மூலம், ஒரு அலகு எடையுள்ள எரி பொருள் எரிவதனால் கிடைக்கும் வெப்ப அளவை (எரிபொருளின் கலோரி மதிப்பு)க் கணக்கிடலாம்.

பென்சாயிக் அமிலம் போன்ற கலோரி மதிப்பு நன்கு தெரிந்த ஒரு பொருளை எரித்து ஒரு வெற்றுச் சோதனை (Blank Experiment) செய்து, அதன் பின், எடை தெரிந்த எரிபொருளை எரிப்பதன் மூலம் எரி பொருளின் கலோரி மதிப்பை எளிதாகக் கணக்கிடலாம்.

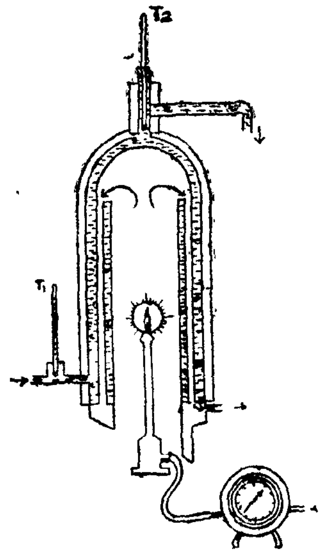
பாம் கலோரிமானி முறை, திண்ம எரிபொருள்களின் கலோரி மதிப்பைக்காண சிறந்த முறையாகும். தகுந்த முன்னெச்சரிக்கைகளைப் பின்பற்றி, நீர்ம எரி பொருள்களின் கலோரி மதிப்பையும் இம்முறையில் காணலாம். எரி பொருள்களில் ஹைட்ரஜன் இருப்பின், எரிதலில் ஏற்படும் விளைபொருளான, நீர், நீர்ம நிலையிலுள்ளதால், எரி பொருளின் மொத்த கலோரி மதிப்பே, பாம் கலோரி மானியால் கண்டறியப்படுகிறது.

வாயு எரி பொருள்களின் கலோரி மதிப்பை அளவிட, **'பாயின் வாயு கலோரி மானி'** (Bay's Gas Caloriemeter) பயன் படுகிறது. வாயு எரிபொருளின், ஒரு அலகு பருமன் எரிவதால் கிடைக்கும் வெப்பம் அதன் கலோரி மதிப்பாகையால், எரி பொருளின், பருமனளவை அளக்கும் கருவியை வாயு எரி பொருள் பாய்ந்து வரும் குழாயுடன் தகுந்த முறையில் அமைத்தல் வேண்டும்.

பாயின் வாயு கலோரிமானியில், ஒரு நீர் உட்புகும் குழாயும், அதே இடத்தில் உட்புகும் நீரின் வெப்பத்தை அளவிட வெப்ப மானியை (T_1) பொருத்தும்படியான அமைப்பும் உள்ளன. இக்

குழாயின் வெளிப்புறம், ஒரு குறிப்பிட்ட உயர் நிலையிலுள்ள நீர் தொட்டியுடனும், மறுபுறம் மிக மெல்லிய சுருள் போன்ற அமைப்புள்ள மிக நீளமான செப்புக் குழாயுடனும், இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தச்செப்புக் குழாய்சுருள் பல சுற்றுகளாக, அமைக்கப்பட்டு ஒரு நுண் எரி கருவியை (micro burner)ச் சுற்றியும், மேலும் உள்ளது. செம்புக் குழாயின் இறுதி முனை, நீர் வெளிப் போகும் குழாயுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இடத்திலும் ஒரு வெப்ப மானியைப் (T_2) பொருத்தக்கூடிய அமைப்பு உள்ளது.

வாயு எரி பொருள், பருமனளவு அறியும் மானியின் மூலமாக, இரட்டை நுண் எரி கருவியை அடையும்படி அமைத்துக் கொண்டு செம்புச் சுருள் குழாயில் நீரைச் செலுத்து. வாயு எரிபொருளை, எரி கருவிகளில் செலுததி பற்றவை. எரிபொருள் எரிவதால் வெளியேற்றப் படும் வெப்பம், செப்புக் குழாயின் வழியாகப் பாயும், நீரை வெப்பப் படுத்துகின்றது.



படம் 3.

கலோரி மானியில் நீர் உட்செல்லும் குழாயில் அமைக்கப்பட்டுள்ள வெப்பமானி உட்புகும் நீரின் நிலையான வெப்ப அளவை (T_1) குறிக்கும். வெளிச்செல்லும் குழாயில் அமைக்கப்பட்டுள்ள வெப்பமானி தொடர்ந்து வெப்ப உயர்வைக்,காண்பித்து, சிறிது நேரத்திற்குப் பின் நிலையான ஓர் உயர்ந்த வெப்ப அளவை (T_2°C) காண்பிக்கும்.

இந்நிலையில், வாயு எரிபொருள் எரிவதால் ஏற்படும் வெப்பம், சீரான தொடர்ச்சியான நிலையில் வெளியேறும் நீரால் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றதென்பதை அறியலாம். வாயு எரிபொருளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள பருமனளவு மானியில் பருமனளவை (V_1) குறித்துக்கொண்டு அதே சமயத்தில் வெளியேறும் நீரை ஒரு எடை அறிந்த கண்ணாடி முகவையில் சேகரிக்கவும். ஓரளவு நீர் முகவையில் சேர்ந்தவுடன் பருமனளவு மானியில், வாயு எரிபொருள் செலுத்தப்பட்ட பருமனளவையும், (V_2) குறித்துக் கொண்டு, முகவையிலுள்ள நீரின் எடையைக் காண்க

முகவையில் x கிராம் நீர் சேர்ந்ததாகக் கொண்டால்,

நீரால் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட வெப்ப அளவு } $= Xx(T_2°C—T_1°C)$

இந்த வெப்பம் வெளியிட எரிந்த எரிபொருளின் பருமனளவு } $= V_2—V_1$

எனவே ஒரு அலகு பருமனளவுள்ள எரிபொருள் எரிவதால் கிடைக்கும் கலோரி மதிப்பு. } $= \frac{X(T_2°C—T_1°C)}{V_2—V}$

இச்சோதனையில், நீர்மட்ட உயரத்தை மாற்றி அமைப்பதால் நீர் செப்புக் குழாயில் பாயும் வேகம் மாறுகின்றது. எனவே குறிப்பிட்ட வாயு எரிபொருளின் கலோரி மதிப்பைக் காண நீர் மட்டத்தை மாற்றி அமைத்து இரண்டு, அல்லது மூன்று சோதனை களின் மூலம் கண்டறியலாம்.

வாயு எரி பொருள்களின் தீப்பற்றும் வரம்பு நிலைகள் (limits of inflammmability of gaseous fuels).

எரி பொருள்கள் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்திய பின், தகுந்த அளவில் ஆக்சிஜன் கொடுக்கப்பட்டால் அவைகள் தொடர்ந்து எரிகின்றன. திண்ம, நீர்ம எரி பொருள்கள் எரியும் பொழுது சற்றுக் குறைவாக ஆக்சிஜன் கிடைத்தால், அவை முற்றிலுமாக எரியாமல், ஒரு பகுதி மட்டும் மெதுவாக எரிகின்றன மாறாக அதிக அளவில் ஆக்சிஜன் கிடைக்குமானால், மிகத் தீவிர மாக எரிந்து. பெரும்பாலான வெப்பம், உலையிலிருந்து வெளிச் செல்லும் போக்கு வாயுவுடன் (fuel gas) வெளியேறுகின்றது.

இதற்கு மாறாக வாயு எரிபொருள்கள் எரிவதற்கு, ஒரு குறிப் பிட்ட வரம்பு நிலைகளுக்குள், எரி பொருள், காற்று அல்லது ஆக்சிஜனுடன் கலந்திருத்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு வாயு எரி பொருளும் அதன் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலையில் எரிய, அது காற்று டன், ஒரு கீழ் வரம்பு நிலைக்கு மேலாகவும், ஒரு மேல் வரம்பு நிலைக்குக் குறைவாகவும் இருக்க வேண்டும்.

சில முக்கிய வாயு எரி பொருள்களின், கீழ், மேல் வரம்பு நிலைகள் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த வரம்பு நிலைகள் வாயு பொருட்கள் 20°C வெப்ப நிலையிலும், ஒரு மண்டல வாயு அழுத்தத்திலிருக்கும் பொழுது கண்டறியப் பட்டவைகளாகும்.

வாயு எரிபொருள்	வாயு எரிபொருள் காற்றுக்கலவையில், வாயு எரிபொருளின் சதவீதம்	
	கீழ் வரம்பு	மேல் வரம்பு
ஹைட்ரஜன்	6·2	71·5
மீத்தேன்	5·8	13·3
கார்பன் மானாக்ஸைடு	16·3	71·2
ஊது உலை வாயு	30·5	74·0
நிலக்கரி வாயு	5·3	31·5
நீர் வாயு	6·0	55·0

வாயு எரிபொருள், காற்றுடன் இந்த வரம்புகளுக்குள் இல்லாமலிருப்பின் அது எரிவதில்லை.

வாயு எரி பொருள்கள் சரியான விகிதத்தில், காற்றுடன் கலந்திருந்தால் தான் நன்கு எரியுமென்பதை அன்றாட வாழ்க்கையில் காண்கிறோம். ஸ்கூட்டர், மோட்டார் சைக்கிள் போன்ற சாதனங்களில், பெட்ரோல், எரி பொருள் வளி கலப்பி (carborator) யின்வழியாகச் செல்லும் பொழுது, பெட்ரோல் ஆவியும், காற்றும், இயந்திரத்தின் உருளையை (Engine cylinder) அடைகின்றது. அதிகக் குளிராக உள்ள காலை நேரங்களில் போதிய அளவில், பெட்ரோல் ஆவி, உருளையை அடையாத காரணத்தால், சாதனம் உடன் இயங்குவதில்லை. அச்சமயத்தில் அடைப்பான் (choke) உதவியால், காற்று உட் செல்வதை குறைப்பதன் மூலம், பெட்ரோல் ஆவியின் விகிதம் கீழ் வரம்பு எல்லைக்கு மேல் வரச் செய்து சாதனத்தை இயங்கச் செய்கிறோம்.

இது போன்றே பெட்ரோல், எரி பொருள் வளி கலப்பிக்குச் செல்லும் ஒரு வழிக்கதவை, சாதனம் செல்லாதிருக்கும் பொழுது திறந்து வைத்திருப்பதால், இயந்திர உருளையில் பெட்ரோல் ஆவி மேல் வரம்பு எல்லைக்கு மேலாக அடைகின்றது. அப்பொழுதும், சாதனம் உடன் இயங்குவதில்லை. அச்சமயத்தில், பெட்ரோல் வழிக்கதவை மூடி, இயந்திர உருளையில் உள்ள வாயு பொருட்களை வெளியேற்றி, பின்பு இயங்கச் செய்கிறோம்.

வாயு எரி பொருளின் தீப்பற்றும் கீழ், மேல் வரம்பு நிலைகளை, அதன் **வெடிக்கும் எல்லைகள்** (Explosive range) எனவும் கூறுவது உண்டு. வாயுவின் வெடிக்கும் எல்லைகள், அந்த வாயுவின் தன்மை, அதன் தீப்பற்றும் வெப்பநிலை, அதன் கலோரி மதிப்பு, இவற்றுடன், வெளி அழுத்த வெப்ப நிலையையும் பொருத்திருக்கின்றது

வெளி அழுத்தம் ஒரு காற்று மண்டல அழுத்தத்திற்குக் குறைவாக இருக்கும் பொழுது, அழுத்த அதிகரிப்பால், வெடிக்கும் எல்லைகளின் கீழ் வரம்பு தாழ்த்தப்பட்டும், மேல் வரம்பு உயர்த்தப் பட்டும், வாயு எரி பொருள் அதிகரிக்கப்பட்ட எல்லைகளுக்குள் எளிதில் தீப்பற்றி எரிகின்றது. சீரான காற்று மண்டல அழுத்தத்தில், வெளி வெப்ப அதிகரிப்பாலும், கீழ் வரம்பு தாழ்த்தப்பட்டும், மேல் வரம்பு உயர்த்தப்பட்டும், வாயு எரி பொருளின் வெடிக்கும் எல்லைகள் அதிகரிக்கின்றன.

சுடர் பரவுதல் (Flame propagation)

வாயு எரிபொருட்கள் எரியும் பொழுது ஏற்படும் சுடர், பரவும் வேகம், முக்கியமாக எரி சாதனங்களை அமைப்பதில் கவனிக்கப் படுதல் வேண்டும். சுடர் பரவும் வேகம் மிக அதிகமாக இருப்பின் எரி சாதனம் சிறிது நேரத்தில் மிகுந்த வெப்ப நிலையை (over heating) அடையும். சுடர் பரவும் வேகம் மிகக் குறைவாக இருப்பின் சுடர் தொடர்ந்து ஏற்படாத காரணத்தால் எரிதல் நிகழ்ச்சி தடைப் படுகின்றது.

சுடர் பரவும் வேகம், வாயு எரி பொருள் காற்று கலவையின் விகிதத்தைப் பெரிதும் பொருத்துள்ளது. கலவையில், வாயு எரி பொருள் வெடிக்கும் எல்லையின் கீழ் வரம்பளவு இருப்பின் சுடர் பரவும் வேகம் மிகக் குறைவாக உள்ளது. வாயு எரி பொருளின் விகிதம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கச் சுடர் பரவும் வேகம் உயர்ந்து கொண்டே சென்று ஒரு உச்ச நிலையை அடைகின்றது. எரி பொருளின் விகிதம் வெடிக்கும் எல்லையின் மேல் வரம்பை நெருங்க நெருங்க, மீண்டும் சுடர் பரவும் வேகம் வெகுவாகக் குறைகின்றது. வாயு எரி பொருளின் விகிதம், கீழ் வரம்பிற்கும், மேல் வரம்பிற்கும் சராசரி நிலையிலிருக்கும் பொழுது சுடர் பரவும் வேகம் மிக அதிகமாக உள்ளது.

எரிதல் நிகழும் சாதனத்தின், குறுக்களவு அமைப்பு இவற்றைப் பொருத்தும் சுடர் பரவும் வேகம் மாறுகின்றது. சாதனம் குழல் அமைப்பில் இருப்பின், குழலின் விட்டம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க

சுடர் பரவும் வேகமும் அதிகரிக்கின்றது. சாதனம் குழல் போன்ற அமைப்பின்றி சதுர அல்லது அறுகோண வடிவில் இருப்பின் சுடர் பரவும் வேகம் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

வெப்பம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க சுடர் பரவும் வேகமும் அதிகரிக்கின்றது. இக் காரணம் பற்றியே உள்ளெரி இன்ஜின் (internal combustion engine) மிகை வெப்பம் அடையும் பொழுது இடித்தல் (knocking) ஏற்படுவதைக் காண்கிறோம். சிறிய அளவில், நீராவி மாசுப் பொருள்களாக இருப்பினும், கலவை, சீரான அளவில் செலுத்தப் படாமல், கலங்கிய (Turbulent) நிலையில் செலுத்தப்படினும், சுடர் பரவும் வேகம் அதிகரிக்கின்றது.

சுடரின் அறி முறை வெப்பநிலை (Theoretical flame temperature)

பொதுவாக எரி பொருள்கள் எரியும் பொழுது, எரி பொருளில் இருந்து கிடைக்கும் வாயு எரி பொருள்கள் பரந்த சுடருடன் எரி கின்றது. எரிதலினுல் கிடைக்கும் வெப்பம் பரவலான இடத்தில் வெளியிடப்படுவதால் நடை முறையில் சுடரின் வெப்பநிலை குறை வாக இருக்கின்றது.

எரிதலின் பொழுது, சாதாரணமாக எரி பொருள் முற்றிலும் உடனடியாக எரிவதில்லை. இதனுலும் வெப்ப வெளியீடு குறை கின்றது. வெளியிடப்பட்ட வெப்பத்தின் ஒரு பகுதி, கடத்தல் முறை, சலன முறை, கதிர் வீச்சு முறை முதலியவற்ருல் இழக்கப் படுகிறது. மேலும் எரிதல் வினையில் உண்டாகும் வினை பொருள் களும், அதிக அளவிலுள்ள காற்றும், வெப்பத்தின் ஒரு பகுதியை எடுத்துச் செல்கின்றது. இக் காரணங்களினுல், எரி பொருளில் இருந்து, அறி முறைப்படி கிடைக்கக் கூடிய வெப்ப நிலையை நடை முறையில் பெற முடிவதில்லை.

சுடரின் அறிமுறை வெப்பநிலை, **எரி பொருள், முற்றிலும், உடனடியாக, மிகச் சிறிய சுடருடன் எரிந்தும், எரிதலில் உண்டாகும் வெப்பம், எம்முறையிலும், கடத்தப்படாமலும், வெளியேற்றப் படா மலும் இருந்தால் கிடைக்கக்கூடிய** வெப்பநிலையாகும். மேற்கூறிய நிபந்தனைகள், நடை முறையில் பொருந்தாதாகையால், சுடரின் அறி முறை வெப்பநிலை கீழ்கண்ட வாய்பாட்டால் கணக்கிடப் படுகின்றது.

$$\text{Theoretical flame Temperature} = \frac{\text{heat of combustion} + \text{Sensible heat of fuel and air,}}{\text{Total quantity of combustion products} \times \left[\text{Their mean specific heats.}\right]}$$

$$\text{சுடரின் அறிமுறை வெப்பநிலை.} = \frac{\left\{\text{எரிதல் வினை வெப்பம்}\right\} + \left\{\text{எரிபொருள், காற்று, இவற்றின் வெப்பக் கொள்ளளவு.}\right\}}{\left\{\text{எரிதல் வினையில் கிடைக்கும் வினை பொருள்களின் மொத்த எடை.}\right\} \times \left\{\text{இவற்றின் சராசரி வெப்ப எண்.}\right\}}$$

சுடரின் அறிமுறை வெப்பநிலையைக் கணக்கீட்டில் அறிவதன் மூலம், எரி பொருளை எரிப்பதால் கிடைக்கக் கூடிய அதிக அளவு வெப்பநிலையை அறியலாம். இந்த வெப்பநிலையை நெருங்குவதற்கான வழி முறைகளைக் கண்டறிந்து எரி பொருளைத் திறம்பட பயன் படுத்தலாம்.

எரி பொருள்களின் சுடர் அறிமுறை வெப்பநிலைகள் அறிவதன் மூலம், அவற்றின் செயல் திறன்களை ஒப்பிடலாம்.

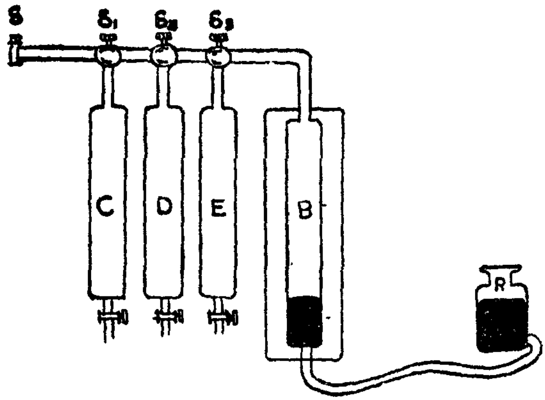
போக்கு வாயுவின் பகுப்பு ஆய்வு (Analysis of fuel gas)

எரி பொருளிலிருந்து பெறக்கூடிய வெப்பம் முழுமையும் நன்கு பெற வேண்டுமாயின் எரி பொருள் சீராக, முற்றிலுமாக எரிய வேண்டும். எரி பொருள் உலையில் எரிவது பெரும்பாலும், உலையின் அமைப்பு, உள் செலுத்தப்படும் காற்றின் வேகம், அளவு இவற்றைப் பொருத்தேயுள்ளது. எரி பொருள் நன்கு பயன் படுத்தப் படுவதையறிய, உலையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள, புகைப் போக்கியில், வெளிச் செல்லும் போக்கு வாயுவை, பகுப்பாய்தல் செய்யப்படுகின்றது.

போக்கு வாயுவை பகுப்பு ஆய்வு செய்வதற்கு ஆர்சட் சாதனம் (Orsat apparatus) பயன் படுத்தப்படுகின்றது. இச் சாதனம் படத்தில் காட்டியபடி ஒரு நீண்ட குழாய், (T) அளவு கோடிட்டுள்ள (graduated) ஒரு அகலமான குழாய் (B) ஒன்றுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது.

B குழாயின் மறுமுனை, ஒரு (R) தேக்கியுடன் (Reservoir) ரப்பர் குழாயினால் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. நீண்ட குழாயில் S என்ற இரு வழி அடைப்பானும், அதனையடுத்து S_1, S_2, S_3, என்ற மூன்று முவ்வழி அடைப்பான்களும் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. முவ்வழி அடைப்பான்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ள இடங்களில், முறையே C, D, E, என்ற உறிஞ்சும் குழாய்கள் (Absorption tubes) இணைக் கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு உறிஞ்சும் குழாயின் மறுபுறத்திலும், ஓர் இருவழி அடைப்பான் உள்ளது.

இச்சாதனத்தை நன்கு சுத்தம் செய்தபின், C என்ற உறிஞ்சும் குழாயில், அம்மோனியாவில் கரைக்கப்பட்ட குப்ரஸ் குளோரைடு கரைசல் (ammonical cuprous chloride solution) எடுத்துக்



படம் 4.

கொள்ளப் படுகின்றது. D, E, உறிஞ்சும் குழாய்களில் முறையே, பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலும், காரம் கலந்த பைரோகலால் கரைசலும் (alkaline pyrogallol) எடுத்துக் கொள்ளப் படுகின்றன.

ஆர்சட் சாதனத்தில் பயன் படுத்தப்படும் உறிஞ்சிக் கரைசல்களை கீழ்கண்ட முறையில் தயாரிக்க வேண்டும்.

(அ) அம்மோனியாவில் கரைக்கப்பட்ட குப்ரஸ் குளோரைடு கரைசல்

300 மில்லி லிட்டர் அம்மோனியா நீர்மத்துடன் (ஒப்பு அடர்த்தி 0.91) 700 மில்லி லிட்டர், வாலை வடிநீரை கலக்கிப் பெறப்படும் கரைசலில் 200 கிராம் குப்ரஸ் குளோரைடை கரைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

(ஆ) பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல்

புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட, ஒரு லிட்டர் வாலை வடிநீரில் 500 கிராம் தூய திண்ம பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடை கரைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

(இ) காரம் கலந்த பைரோகலால் கரைசல்

ஒரு லிட்டர் தூய வாலை வடி நீரில், 5.0 கிராம் பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடைக் கரைத்து பெறப்படும் கரைசலில், 50 கிராம்

பைரோகலிக் அமிலத்தை (Pyrogallic acid) கரைத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

தேக்கியில் பாதரசத்தை எடுத்துக் கொண்டு S, S_1, S_2, S_3, அடைப்பான்களை தகுந்த முறையில் அமைத்து, தேக்கியை, உயர்த்துவதன் மூலம், அளவு கோடிட்ட அகலமான குழாயிலுள்ள காற்று முழுமையும், வெளியேற்றப்படுகிறது.

நீண்ட குழாயின் இருவழி அடைப்பான் வழியாக போக்கு வாயுவைச் செலுத்தி, தேக்கியை கீழ் இறக்குவதன் மூலம் குறிப்பிட்ட பருமனளவு, போக்கு வாயுவை, அளவிட்ட குழாயில் சேகரிக்க முடியும். இருவழி அடைப்பானை அடைத்து தேக்கியை தூக்கியோ இறக்கியோ, தேக்கியிலும் அளவிட்ட குழாயிலும், பாதரச மட்டம் சமமாக இருக்கும் பொழுது குழாயில் சேகரிக்கப்பட்டுள்ள போக்கு வாயுவின் பரிமாணத்தை (V_1) குறித்துக் கொள்.

S அடைப்பானைத் திருப்பி, C உறிஞ்சுக் குழாய்க்கும் இணைப்பு இருக்குமாறு அமைத்துக்கொள். C உறிஞ்சி குழாயின் மறு முனையை, ஒரு குழாயுடன் பொருத்தி, தேக்கியை மேலே தூக்கு வதன் மூலம் போக்கு வாயுவை, C உறிஞ்சு குழாய்க்குள் போகும் படிச் செய்யலாம். போக்கு வாயு உறிஞ்சு குழாயிலுள்ள கரைசலுடன் தொடர்பு (contact) கொள்கின்றது. தேக்கியைக் கீழே கொணர்ந்தால் போக்கு வாயு உறிஞ்சு குழாயிலிருந்து, அளவு கோடிட்ட குழாயை அடைகின்றது. இவ்வாறு பல முறைகள் தேக்கியை மேலும், கீழும் நகர்த்துவதின் மூலம், போக்கு வாயு முற்றிலுமாக, உறிஞ்சு குழாயிலுள்ள உறிஞ்சியுடன் (absorbent) தொடர்பு கொள்கின்றது. போக்கு வாயிலுள்ள கார்பன் மானாக்சைடு முற்றிலும், அம்மோனியாவில் கரைந்துள்ள, குப்ரஸ் குளோரைடு கரைசலால் உறிஞ்சப் படுகின்றது. மீதமுள்ள போக்கு வாயுவை, அளவு கோடிட்ட குழாயினுள் வரச் செய்து, S_1 அடைப்பானை மூடி, பாதரச மட்டங்களைச் சரிச் செய்து, அதன் பரிமாணத்தை (V_2) குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

இம்மாதிரியே, S_2 வழி அடைப்பானைத் திறந்து, மீதமுள்ள போக்கு வாயுவை (V_2) D குழாயிலுள்ள பொட்டாசியம் ஹைட்ராக் சைடு கரைசலுடன் பல தடவை தொடர்பு கொள்ளச் செய்தல் வேண்டும். போக்கு வாயுவிலுள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடு முழுமையும், பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடால் உறிஞ்சப் படுகிறது. மீதமுள்ள போக்கு வாயுவின் (V_3) பரிமாணத்தைக் கண்டறிய வேண்டும்.

பின்பு S_3 வழி அடைப்பானைத் திறந்து, மீதமுள்ள போக்கு வாயுவை, E உறிஞ்சு குழலில், பல தடவைகள் செலுத்த வேண்டும். இக்குழாயிலுள்ள காரம் கலந்த பைரோகலால் கரைசல், போக்கு வாயுவிலுள்ள ஆக்சிஜனை உறிஞ்சுகின்றது. மீதமுள்ள போக்கு வாயுவை, அளவிட்ட குழாய்க்குக் கொணர்ந்து அதன் பரிமாணத்தைக் (V_4) கண்டறிய வேண்டும்.

போக்கு வாயுவின் பரிமாணம் $= V_1$ cc

போக்கு வாயுவிலுள்ள கார்பன் மானாக்சைடின் பரிமாணம் $= V_2 - V_1$ cc

போக்கு வாயுவிலுள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடின் பரிமாணம் $= V_3 - V_1$ cc

போக்கு வாயுவிலுள்ள ஆக்சிஜனின் பரிமாணம் $= V_1 - V_4$ cc

போக்கு வாயுவிலுள்ள நைட்ரஜனின் பரிமாணம் $= V_4$ cc

இச் சோதனையின் கண்டறிதல்களிலிருந்து பயனுள்ள அனுமானங்களை அறியலாம். போக்கு வாயிலில் அதிக அளவில் ஆக்சிஜன் இருப்பின் எரிதல் நிகழ்ச்சி நன்கு நடைபெறவில்லை என்றோ அல்லது தேவைக்கு மேல் காற்று உலையினுள் செலுத்தப் படுகின்றதென்பதை அனுமானிக்கலாம். அதிக அளவில் காற்று உலையினுள் செல்லும் பொழுது உலையிலுள்ள வெப்பத்தில் ஒரு பங்கு, போக்கு வாயுக்களால் வெளியேற்றப்படும். இது தவிர்க்கப் படவேண்டியதொன்றாகும்.

கண்டறிதல்களில், கார்பன் மானாக்சைடு அதிக அளவில் இருப்பினும் எரிதல் முற்றிலும் நடைபெறவில்லையென்றும், போது மான அளவு காற்று உலையினுள் செலுத்தப்படவில்லையெனவும் அறியலாம்.

இந்த அனுமானங்களினால் தகுந்த அளவில் காற்றை உலையினுள் செலுத்தி, எரி பொருளினின்று கிடைக்கக் கூடிய மிகுந்த அளவு வெப்பத்தைப் பெற முடிகின்றது.

எரிதலுக்குத் தேவைப்படும் காற்றின் அளவை, கணக்கிட்டும் அறியலாம். பொதுவாக எரிபொருளில் கார்பனும், ஹைட்ரஜனும் உள்ளன. சில பொருள்களில், கந்தகம் சிறிதளவு உள்ளது. இத் தனிமங்கள் எரிவதால்தான் வெப்பம் கிடைக்கின்றது. திண்ம,

நீர்ம எரிபொருள்களின், அளவறி பகுப்பு முடிவுகளிலிருந்து, குறிப்பிட்ட எடையுள்ள எரிபொருளிலுள்ள, கார்பன், ஹைட்ரஜன், கந்தகம் இவற்றின் பொருண்மைகளை கணக்கிடலாம். இவ்வகை கணக்கீடுகளுக்குக்கீழ்கண்ட வேதிச் சமன்பாடுகள் பயன்படு கின்றன.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$
$$12 \quad 32 \quad 44$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$
$$4 \quad 32 \quad 36$$

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$
$$32 \quad 32 \quad 64$$

மாதிரிக் கணக்கு

ஒரு நிலக்கரியின் அளவறி பகுப்பில் கீழ் காணும் கண்டறிதல் பெறப்பட்டது.

$C = 78.5\%$ $H_2 = 7.5\%$ $S = 1.0\%$

$O_2 = 0.08\%$ மீதமுள்ளது சாம்பலாகும்.

இவ்வகை நிலக்கரியின் 1 பவுண்டை பூர்ணமாக எரிக்கத் தேவைப் படும் காற்றின் அளவைக் கணக்கிடுக.

ஒரு பவுண்டு நிலக்கரியிலுள்ள எரியும் தனிமங்களின் பொருண்மை (பவுண்டில்)	அத்தனிமம் முற்றிலுமாக எரிய தேவைப் படும் ஆக்சிஜனின் பொருண்மை (பவுண்டில்)
$C = 0{\cdot}785$	$O_2 = \frac{0{\cdot}785}{12} \times 32 = 2{\cdot}093$
$H_2 = 0{\cdot}075$	$O_2 = \frac{0{\cdot}075 \times 32}{4} = 0{\cdot}60$
$S = 0{\cdot}01$	$O_2 = \frac{0{\cdot}01 \times 32}{32} = 0{\cdot}01$

எனவே,

$$\left.\begin{array}{c}\text{எரிதலுக்கு தேவைப்படும்}\\ \text{ஆக்சிஜன்}\end{array}\right\} = 2{\cdot}703 \text{ பவுண்டு.}$$

ஒரு பவுண்டு நிலக்கரியிலுள்ள ஆக்சிஜன்	=	0·08 பவுண்டு.
வெளியிலிருந்து கொடுக்கப்பட வேண்டிய ஆக்சிஜனின் அளவு	=	2·703 − ·08
	=	2·623 பவுண்டு.

காற்றில் 23 சதவீதமே ஆக்சிஜன் உள்ளது.

எனவே, 1 பவுண்டு நிலக்கரியை எரிக்க கொடுக்க வேண்டிய காற்றின் அளவு $= \frac{2{\cdot}623 \times 100}{23}$

$= 11{\cdot}4$ பவுண்டு.

வாயு எரி பொருள்களில் பொதுவாக கார்பன் மானோக்சைடு, ஹைட்ரஜன், மீத்தேன் போன்ற எரியும் தன்மையுள்ள வாயுக்களும், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கார்பன் டை ஆக்சைடு போன்ற வாயுக்களும் கலந்துள்ளன. தகுந்த வேதி சமன்பாடுகளைப்பயன்படுத்தி வாயு எரி பொருட்கள், எரியத்தேவைப்படும் காற்றின் பரிமாணம் அல்லது பொருண்மையைக்கணக்கிடலாம். இவ்வகைக் கணக்கீடுகளுக்குக்கீழ்கண்ட வேதிச்சமன் பாடுகள் பயன்படுகின்றன.

$$\underset{2V}{2CO} + \underset{1{\cdot}V}{O_2} \longrightarrow \underset{2V}{2CO_2}$$

$$\underset{2V}{2H_2} + \underset{1{\cdot}V}{O_2} \xrightarrow{>100^\circ C} \underset{2V}{2H_2O}$$

$$\underset{1{\cdot}V}{CH_4} + \underset{2V}{2O_2} \xrightarrow{>100^\circ C} \underset{1V}{CO_2} + \underset{2V}{2H_2O}$$

மாதிரிக் கணக்கு

ஓர் உலை வாயுவின் பகுப்பில் கீழ்காணும் கண்டறிதல்கள் பெறப்பட்டது.

H_2	= 28%	பரிமாணம்
CO	= 12%	,,
CH_4	= 2%	,,
N_2	= 58%	,,

ஒரு கனமீட்டர் இந்த உலை வாயு முற்றிலுமாக எரிய தேவைப் படும் காற்றின் பரிமாணத்தைக் கணக்கிடுக.

ஒரு கன மீட்டர் உலை வாயுவி-லுள்ள எரியக்கூடிய வாயுக்களின் பரிமாணம்	எரியக்கூடிய வாயுக்கள் முற்றிலுமாக எரியத்தேவைப்படும் ஆக்சிஜனின் பரிமாணம்
$H_2 = \cdot 28$	$O_2 = \dfrac{\cdot 28}{2} \times 1 = \cdot 14$
$CO = \cdot 12$	$O_2 = \dfrac{\cdot 12}{2} \times 1 = \cdot 06$
$CH_4 = \cdot 02$	$O_2 = \dfrac{\cdot 02}{1} \times 2 = 0.4$

எனவே,

ஒரு கன மீட்டர் உலைவாயு எரியத் தேவைப்படும் ஆக்சிஜனின் பரிமாணம் $= 0\cdot 14 + \cdot 06 + 04$

$= \cdot 24$ கன மீட்டர்

காற்றில் 21 சதவீதமே ஆக்சிஜன் உள்ளது.

எனவே,

ஒரு கன மீட்டர் உலை வாயு எரிய தேவைப்படும் காற்றின் பரிமான்ம் $= \dfrac{0\cdot 24 \times 100}{21}$

$= 1\cdot 143$ கன மீட்டர்.

3. பெட்ரோலியமும் பெட்ரோல் விளை பொருள்களும்

எரி பொருட்களைத் திண்ம, நீர்ம, வாயு எரி பொருட்கள் என மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒவ்வொரு வகையும் மேலும் **முதனிலை எரி பொருள்** என்றும், **சார்பு நிலை எரி பொருளென்றும்** இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். முதனிலை எரி பொருளகள் இயற்கையில் கிடைக்கும் எரி பொருள்களாகும். சார்பு நிலை எரி பொருள்கள், முதனிலை எரிபொருள்களிலிருந்து, பௌதிக, வேதி முறைகளில் பெறப்படும் எரிபொருள்களாகும்.

இயற்கையில் கிடைக்கும், மரம், நிலக்கரி முதலியவை முதனிலை திண்ம எரிபொருள்களுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுக் களாகும். இவற்றிலிருந்து சிதைத்து வடித்தல் முறையில்பெறப்படும் அடுப்புக்கரி (charcoal) கல்கரி (coke) முதலியவை சார்பு நிலை எரிபொருள்கள் எனக் கொள்ளவேண்டும்.

இயற்கையில் கிடைக்கும் பெட்ரோலியம் என்ற நீர்மம், முதனிலை எரி பொருளாகும். இதனின்று பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் (Fractional distillation) முறையில்பெறப்படும் பெட்ரோல் கிரோசின், டீசல் எண்ணெ போன்றவைகள் சார்புநிலை எரிபொருள் களாகும். பெட்ரோலியம் எண்ணெக்கிணறுகள் உள்ள பிரதேசங் களிலும், வேறு சில பிரதேசங்களிலுள்ள நில வெடிப்பிலிருந்து பெறப்படும் இயற்கை வாயு, முதனிலை வாயு எரி பொருளாகும். கல் கரியிலிருந்து வேதி முறைகளில் பெறப்படும், உலை வாயு, (Producer gas) நீர் வாயு (Water gas) போன்றவை சார்புநிலை வாயு எரிபொருள்களுக்குத்தகுந்த எடுத்துக் காட்டுக்களாவன.

எரிபொருள்களில் பெட்ரோலியம் மிக்க முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இயற்கையில் கிடைக்கும் பெட்ரோலியத்திலிருந்து தற்கால நாகரீக இயந்திர உலகிற்கு அத்தியாவசியமானதாகக் கருதப்படும், பெட்ரோலியத்திலிருந்து தான் பெறப்படுகிறது. மேலும் கிரோசின் (மண்ணெண்ணெ) டீசல் எண்ணெ பல்வகை எண்ணெ மசகுப்பொருள்கள், பாரஃபின் மெழுகு போன்றவைகள்

பெட்ரோலியத்திலிருந்து நேரடியாகப் பெறப்படுகின்றன. பல்வேறு வேதி தொழிற்சாலைகளுக்குத் தேவைப்படும் அடிப்படை மூலப் பொருள்களான எத்தலீன், ஈத்தைல் வநுவிகா புரோபைலீன், ஈதர், சைக்ளோ ஹெக்சேன் போன்ற சுமார் 2.0 வகை பெட்ரோல் விளைபொருள்களும், பெட்ரோலியத்திலிருந்து பெறப்படுகின்றன.

பெட்ரோலியம் தரை மட்டத்திலிருந்து சில ஆயிரம் அடிகளுக்கு அடியில், உலகில் சிற்சில இடங்களில் காணப்படுகின்றது. இஃது எவ்வாறு தோன்றியிருக்கக் கூடுமென்பதை விளக்க பல கொள்கைகள் உள்ளன. அக்கொள்கைகளின்படி, தாவர அழிவுப் பொருள்களிலிருந்தும், பிராணி அழிவுப்பொருள்களிலிருந்தும் பெட்ரோலியம் இயற்கையில் கிடைக்கப் பெற்றுள்ளதென்பதாகும்.

பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகட்கு முன்பு செழித்த மரங்கள் அடர்ந்த காடுகள் உலகின் மேற்பரப்பில் இருந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இக்காடுகள் பூகம்பம், பூமிவெடிப்பு, வெள்ளம் போன்ற, பல்வேறு காரணங்களினால் புதையுண்டு போயின. இவ்வாறு பூமிக்கடியில், சிக்குண்ட தாவரப் பொருட்கள், காலப் போக்கில், நுண்ணுயிர்க்கிருமிகளின் செய்வினைகளினாலும், அழுத்தம், வெப்பம், போன்றவைகளின் தாக்குதலினாலும், சிதைவுற்று, நிலக்கரியாகவும், பின்பு நிலக்கரி மீண்டும் சிதைவுற்று, பெட்ரோலியம் என்ற நீர்மப்பொருளாகவும், மாற்றம் அடைந்துள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

கடலில் ஆங்காங்கு காணப்படும் எரிமலைகளிலிருந்து வெளியேறும் சல்ஃபர்-டை-ஆக்சைடு போன்ற வாயுப் பொருள்கள் எரிமலையைச் சுற்றியுள்ள கடல் நீரில் கரைந்த சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் உண்டாகிறது.

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

அந்த இடத்திற்கு வந்தடையும், மீன், திமிங்கலம் போன்ற கடல் பிராணிகள், மூச்சுத்திணறி இறந்து விடுகின்றன. இவ்வகையினால் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அதிக அளவில் இறந்த கடல் பிராணிகள் குவிந்து கிடக்க ஏதுவாகின்றது. வெப்பம், அழுத்தம், நுண் உயிர் பொருள்களின் கிரியைகள் இவற்றினால் இந்தப் பிராணிப் பொருள்கள் அழிவுற்று பெட்ரோலியம் தோன்றுகின்றதெனக் கருதப்படுகின்றது.

இயற்கையில் இவ்வாறு தாவர, பிராணி பொருள்கள், மாறுதலினால் தோன்றிய பெட்ரோலியம் நீர்மமாகையால், மணலில் உறிஞ்சப்பட்டு அது தோன்றிய இடத்திலிருந்து வேறு இடங்களுக்

குச் செல்லவும் வாய்ப்புள்ளது. பெட்ரோலியம், ஊடுருவ முடியாத பாறைகளினாலான இடத்தை அடையும் பொழுது அந்த இடத்தில் தேங்கி விடுகின்றது.

தாவரங்களில் காணப்படும் குளோரோஃபில் மெக்னீசியம் சேர்மங்கள் முதலியவையும் தாவர பிராணி புதை வடிவங்களும் (Fossils) ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ளன (Optically active). நைட்ரஜன் சல்ஃபர் கரிம பொருள்களும் இயற்கையில் பெறப்படும் பெட்ரோலியத்தில் காணப்படுகின்றன. எனவே பெட்ரோலியம், தாவர, பிராணிப்பொருள்களின் அழிவிலிருந்தே உண்டாகியுள்ள தென்பது நிரூபணம் ஆகின்றது.

இயற்கையில் கிடைக்கும் பெட்ரோலியம் பல்வகை பொருள்கள் அடங்கியுள்ள பால்மமாக உள்ளது. இதில் அதிக அளவில் நிறையுள்ள அலிஃபாடிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களின்படி வரிசைகளும் (பாரஃபின்கள்) சிறிதளவு நாஃப்தீன் ஹைட்ரோ கார்பன்களும் அவற்றின் வருவிகளும், சல்ஃபர், நைட்ரஜன் தனிமங்கள் உள்ள கரிம, அமில, காரப் பொருள்களும், நீரும், சிறிதளவு கனிம தாதுப் பொருள்களும் கலந்துள்ளன. இது பழுப்புநிற, ஓரளவு பாகுத் தன்மையுள்ள, துர்நாற்றமுள்ள நீர்மமாகும்.

பெட்ரோலியத்தைப் பண்படுத்துதல் (Refining of petroleum)

(அ) கனிமப் பொருள்களை வேறுபடுத்துதல்:

பூமிக்கடியிலிருந்து வெளிக் கொணர்ந்த பெட்ரோலியத்தை பெரிய தொட்டிகளில் தேக்கி, சில வேதிப்பொருட்களைக்கலந்து பால்மநிலையை முறிக்கின்றனர். திண்ம கனிம தாதுப் பொருட்கள் தொட்டியின் அடியில் தங்குகின்றன. அதன் மேல் நீரும் பெட்ரோலிய எண்ணெயும் தனித்தனியே பிரிந்து நிற்கின்றன. ஓர் வடி குழாயைப் (Siphon) பயன்படுத்திப் பெட்ரோலிய எண்ணெ மட்டும் தனியே பிரித்து எடுக்கப்படுகின்றது.

(ஆ) பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல்; (Fractional distillation)

அலிஃபாடிக் நிறையுற்ற நீர்ம ஹைட்ரோ கார்பன்களின் கலவையில், வாயு ஹைட்ரோ கார்பன்களும் திண்ம ஹைட்ரோ கார்பன்களும் கரைந்து காணப்படும் நீர்மக் கலவையே பெட்ரோலிய எண்ணெயாகும். இதில் சிறிதளவு, கரிம, அமில, கார மாசுப் பொருள்களும் உள்ளன.

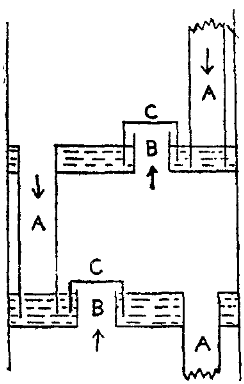
பெட்ரோலிய எண்ணெயுடன், நீர்த்த அமிலத்தைக்கலந்து குலுக்குவதன்மூலம், கரிம காரப்பொருள், நடுநிலையாக்கப்பட்டு நீரில்

கரைகின்றன. நீர் அடுக்கை நீக்கிய பின் பெட்ரோலிய எண்ணை, காரக் கரைசலுடன் கலக்கப்படுகின்றது. அப்பொழுது கரிம அமிலப் பொருள்கள் நடுநிலையாக்கப்பட்டு, நீர் அடுக்கை அடைகின்றது. இதனை நீக்கியவுடன், மீண்டும் நீரில் கலக்கி, எண்ணை அடுக்கு மட்டும் பிரித்து எடுக்கப்படுகின்றது.

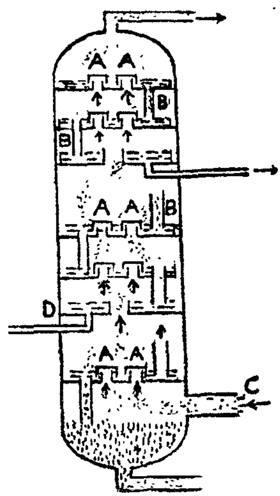
இந்த எண்ணை, பல்வேறு கொதி நிலையுள்ள ஹைட்ரோ கார்பன்களின் கலவையாகும் "குமிழ் கோபுரம்" (Bubble Towers) என அழைக்கப்படும், பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் சாதனத்தைப் பயன்படுத்தி, பெட்ரோலிய எண்ணை, பல்வேறு பயன்படும் பின்னல்களாக பிரிக்கப்படுகின்றது.

குமிழ் கோபுரம், ஓர் உயரமான பிரிகை அடுக்கைப் பெற்று உள்ளது. இதன் உயரம் சுமார் 20 மீட்டராகவும், குறுக்களவு சுமார் 3 மீட்டராகவும் உள்ளது. இப்பிரிகை அடுக்கில் சுமார் 20 முதல், 30 வரை குமிழ் தட்டுகள் வெவ்வேறு உயரங்களில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

மேல் தட்டில் நீர்மம் ஓர் அளவிற்கு நிரம்பியதும் அது A குழாயின் வழியாக கீழ்த்தட்டை அடைகின்றது. இத்தட்டும் ஓர் அளவு நிரம்பியதும் அடுத்த கீழ்த்தட்டுக்கு இறங்குகிறது.



படம் 5.



படம் 6.

குமிழ் கோபுரத்தின் கீழ்ப்புறம் வெப்பப்படுத்தப்படுவதால், நீர்மம் ஆவியாகி, தட்டிலுள்ள B துவாரங்களின் வழியாக மேல்

செல்கின்றது. இவ்வாறு மேல் நோக்கிச் செல்லும் வெப்ப ஆவி, தட்டில் அமைக்கப்பட்டுள்ள C வளைவு தட்டினுல், தடுக்கப் பட்டு, வாயு, நீர்மத்தின் வழி புகுந்து செல்ல வேண்டியுள்ளது. ஆவி நீர்மத்தினுல் குளிர்விக்கப்படுகின்றது. நீர்மம் வெப்பமடைகின்றது. இந்த வெப்ப நிலை நீர்மத்தின் கொதி நிலையை விட அதிகரிப்பின் நீர்மம் ஆவியாகி மேல் செல்கின்றது.

இவ்வாருக பிரிகை அடுக்குகளின் உதவியால், வெவ்வேறு கொதி நிலையிலுள்ள நீர்மங்கள், பல்வேறு தட்டுக்களில் உள்ளன. வெப்ப நிலைக்கேற்ப பல்வேறு தட்டுக்களில் படத்தில் காட்டியது போன்ற வெளியேற்றும் குழாய்களை அமைத்து பெட்ரோலியத்தின் பல்வேறு பின்னல்கள் பெறப்படுகின்றன.

பெட்ரோலியத்திலிருந்து பெறப்படும் முக்கிய பின்னங்களின் பெயர்களும் அப்பின்னல்களில் உள்ள ஹைட்ரோ கார்பன்களில் பொதுவாகக் காணப்படும், கார்பனின் அணுக்களின் எண்ணிக்கைகளும் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

கொதி நிலை	ஹைட்ரோ கார்பன் சங்கிலியில காணப்படும் கார்பனின் அணுக்களின் எண்ணிக்கை	பெயர்
40°Cக் கீழ்	C_1-C_5	வாயுநிலை எரிபொருள்கள்
40°C—200°C	C_5-C_{11}	நாஃப்தா (அல்லது) காசோலின்.
200°C—300°C	$C_{11}-C_{16}$	கெரோசின் (அல்லது) மண்ணெண்ணை.
300°C—360°C	$C_{16}-C_{18}$	வாயு எண்ணை (அல்லது) ஃபூயில் எண்ணை
369°C—400°C	$C_{17}-C_{19}$	கண எண்ணை
400°Cக்குமேல்	$C_{20}-C_{30}$	பாரஃபின் மெழுகு

வாயு நிலை எரிபொருள்கள் (gasseous fuels)

இப்பின்னத்தில் மீத்தேன், ஈத்தேன், புரோபேன், புயூட்டேன் போன்ற வாயுக்கள் பெருமளவில் உள்ளன. வாயுக்களின் மேல்

அதிக அழுத்தத்தைச்செயல் படுத்தி புரோபேன், புயூட்டேன் போன்ற வாயுக்கள் நீர்மமாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்த நீர்மக் கலவையில் ஈத்தர் பெருமளவில் கரைகின்றது. இவ்வாறு அதிக அழுத்தத்தில் நீர்மமாக்கப்பட்ட ஹைட்ரோ கார்பன்களை எஃகு உருளைகளில் நிரப்பி வீட்டுக்குத் தேவையான எரி பொருளாக (இண்டேன், கால்காஸ், பர்ஷேன் போன்றவைகள்) உபயோகப் படுத்துகின்றனர். இதனைப்பொதுவாக (L. P. G. liquified petro gasoline) என அழைக்கின்றனர்.

நாஃப்பதா அல்லது காசோலின் (Naphtha or gasoline)

இந்த பின்னம் வணிக ரீதியில் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இதனை சல்ஃபர் சேர்மங்களிலிருந்து தூய்மைப் படுத்தி, மீண்டும் பின்னக் காய்ச்சி முறையில் சில உப பின்னங்களாகப் பிரிக்கப் படுகின்றன.

(அ) **பெட்ரோல்** (40°C— 120°C)

இந்த உப பின்னத்திலுள்ள ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகள் ஏறத்தாழ 5 முதல் 8 கார்பன் அணுக்களைப் பெற்றுள்ளன. இது உள் எரி இயந்திரத்தில் (internal combustion engine) எரி பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இதற்கு நேர் பெட்ரோல் (straight gassoline) எனப்பெயர்.

(ஆ) **உலர் சலவை எண்ணை** (Dry cleaning oil)

(40°C—150°C) அடுத்து பெறப்படும் உட்பின்னம், உலர்ச் சலவை சாலைகளில், துணிகளிலுள்ள அழுக்குகளைப் போக்க பயன் படுகிறது. கைக்கடிகாரம் போன்ற நுண்ணிய இயந்திரங்களை, சீர் படுத்தலுக்கும் (overhauling) பயன்படுகிறது.

(இ) **பெட்ரோலியம் ஸ்பிரிட்** (Petroleum spirit)

(150°C—200°C) இந்த உப பின்னம் பெயிண்டு, வார்னிஷ் போன்ற பொருள்கள் உற்பத்தியில், இளக்கி (Thinner) யாகப் பயன்படுகிறது.

கெரோசின் அல்லது மண்ணெண்ணை அல்லது சீமை எண்ணை (Kerosene)

இந்த பின்னத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி 0.78 லிருந்து 0.85 வரை உள்ளது. இது சுவாலையுடன் எரிவதால், வீடுகளில், இதனை எரித்து ஒளியைப் பெறுகின்றனர். காற்று அதிகம் உட்கொள்ளும் அமைப்புள்ள குட்டுப்புக்களில், எரித்து, ஒளியற்ற சுவாலையைப்

பெறலாம். எனவே கிரோசின் ஒரு வீட்டு எரிபொருளாகவும் பயன் படுகிறது. கிரோசின் விவசாயத்தில் பயன்படும் சில வகை டிராக்டர் (Tractor) களுக்கு எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது. சோதனைச் சாலைகளில், மண்ணெண்ணெயிலிருந்து, பிளத்தல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட வாயு, புன்சன் எரிகருவிகளில், எரி பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

வாயு எண்ணெ அல்லது ஃபூயல் எண்ணெ (Gas oil or Fuel oil)

இந்த பின்னத்திலிருந்து டீசல் எண்ணெ, பலவகை மசகு எண்ணெகள், தயாரிக்கப்படுகின்றன. தகுந்த எரி சாதனங்களில் இதனை ஓர் எரிபொருளாகவும் பயன்படுத்துகின்றனர். இந்த பின்னத்தில் ஒரு பகுதியை பிளத்தல் வினைக்கு உட்படுத்தி, பெட் ரோலையொத்த நீர்மத்தைப்பெறுகின்றனர். நிலக்கரி வாயு(coal gas) நீர் வாயு (water gas) போன்றவற்றுடன், இப்பின்னத்தின், பிளத்தில் வினையின் கிடைத்த பகுதியைக் கலந்து, ஒளி தரக்கூடிய எரி பொருளாகப் பயன் படுத்துகின்றனர். இதுவே கார்பரேட்டட் வாயு என அழைக்கப் படுகின்றது.

கண எண்ணெ (Heavy Oil)

இந்த பின்னத்திலிருந்தும் டீசல் எண்ணெ, மசகு எண்ணெகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இதனைப்பிளத்தல் வினைக்கு உட்படுத்தி பெட்ரோல் போன்ற நீர்மத்தையும் பெறுகின்றனர்.

பாரஃபின் மெழுகு (Paraffin wax)

இந்த பின்னத்தை குளிரச் செய்தால், திண்ம நிலையை அடை கின்றது. இது பல்வேறு ஹைட்ரோகார்பன்களின் கலவையாக இருப்பதால், இதன் உருகுநிலை, ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் இருப்பதில்லை. இதனை மருத்துவத் துறையில் பூச்சு மருந்துகள் (ointment) தயாரிப்பதில் பயன்படுத்துகின்றனர். இப்பின்னம், மெழுகுவர்த்தி (candle) தயாரிப்பதிலும் பயன்படுகிறது.

சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை பின்னக் காய்ச்சி முறையில் பெட்ரோலியத்திலிருந்து கிடைத்த பெட்ரோல் உலகத் தேவையைப் பூர்த்தி செய்து வந்தது. ஆனால் விரைவாக வளர்ந்து வரும் நாகரிகத்தின் தேவைக்கு ஏற்ப பெருமளவில் மோட்டார் வண்டிகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இவைகளில் பெரும்பாலானவை களில் உள் எரி இயந்திரங்களே பொறுத்தப் பட்டுள்ளன. இவ்வகை இயந்திரங்களுக்குப் பெட்ரோல் தான் சிறந்த எரி பொருளாக உள்ளது. எனவே பெட்ரோலியத்திலிருந்து நேரே கிடைக்கும் பெட்ரோல் (பெட்ரோலியத்தின் 10 சதவீதம்) இன்றைய

தேவைகளைப்பூர்த்தி செய்ய முடியாததால், பெட்ரோலியத்தின் பண்புகள் உள்ள மற்ற எண்ணெய்ப் பொருள்களைப் பெற வேண்டியது அவசியமாகின்றது பெட்ரோலியத்தின் பிற பின்னங்களிலிருந்து கீழ் கண்ட வேதி முறைகளில், பெட்ரோலியத்தை ஒத்த எண்ணெ பெறப்படுகின்றது. இவ்வகை எண்ணெகளுக்குச்சார்பு பெட்ரோல் (derived petrol) எனப்பெயர்.

சார்பு பெட்ரோல் (Derived petrol)

காசோலின் பின்னத்தை விட அதிக கொதி நிலையுள்ள பின்னங்களிலிருந்து, பிளத்தல் முறையில் (cracking process) பெற பெறும் பெட்ரோலையொத்த பிளத்தல் வழி பெட்ரோல் (cracked gasoline) என அழைக்கப் படுகின்றது. காசோலின் பின்னத்தை விட குறைந்த கொதி நிலையுள்ள பின்னத்திலிருந்து பலபடியாக்கல் (Polymerisation) பெறப்படும் பெட்ரோலையொத்த பொருள் பலபடியாக்கல் வழி பெட்ரோல் (Polymen gassolinr) என அழைக்கப் படுகின்றது. இவ்விரு வகைகளும் பொதுவாகச்சார்பு பெட்ரோல் என அழைக்கப் படுகின்றது.

பிளத்தல் வழி பெட்ரோல் (Cracked gas oil)

வாயு எண்ணெ, கண எண்ணெ போன்ற அதிக கொதி நிலை உள்ள பின்னங்களில், உள்ள ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகளில் 16 முதல் 19 வரை கார்பன் அணுக்கள் உள்ளன. இவற்றைத்தகுந்த முறையில் சிதைத்தால், குறைந்த கார்பன் அணுக்களையுடைய ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகள் கிடைக் கின்றன. இவை அமைப்பால் பெட்ரோலில் காணப்படும் ஹைட்ரோ கார்பன்களிலிருந்து மாறுபடினும், கொதி நிலை போன்ற பௌதிக பண்புகளில், பெட்ரோலை யொத்திருக்கும். பிளத்தல், விணை நிகழச் செய்யும் வழி முறைக்கேற்ப, வெப்பப் பிளத்தல் வேகமாற்றியால் பிளத்தல், ஹைட்ரஜன் ஏற்றி பிளத்தல் என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(அ) வெப்பப் பிளத்தல் (Thermal cracking)

இப்பெயருக்கு ஏற்ப வெப்பத் துணை கொண்டு பிளத்தல் விணை, நிகழ்த்தப் படுகின்றது. இம்முறையை வாயு முறையிலாவது, அல்லது நீர்ம நிலையிலாவது நிகழச் செய்யலாம்.

வாயுநிலை, வெப்பப் பிளத்தல் முறையில் கன எண்ணெ, ஆவியாக்கப்பட்டு, குறைந்த அழுத்தத்தில் அதிக வெப்ப நிலைக்கு உட்படுத்தப் படுகின்றது. இந்த சூழ் நிலையில், பெரிய மூலக்

கூறுகள் சிதைவுற்றுச் சிறிய மூலக் கூறுகள் உருவாகின்றன. இவ்வாறு தோன்றும் மூலக் கூறுகளில், சில நிறைவுறு மூலக் கூறுகளாகவும், சில நிறைவுற்ற மூலக் கூறுகளாகவும் உள்ளன. அவற்றின் கொதி நிலை, மூல ஹைட்ரோ கார்பன்களைவிட குறை வாக உள்ளது.

$$C_{12}H_{26} \longrightarrow C_7H_{16} + CSH_{10}$$

கொதிநிலை 216°C ९8°C 40°C

ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகளை வெப்பப் படுத்தும் பொழுது, அவற்றின் இயக்க ஆற்றல் அதிகமாகின்றது. மூலக் கூறுகள் அதிவேகமாக, நகருவதாலும், பிற மூலக் கூறுகள், கொள்கலம், இவற்றின் மீது மோதுவதாலும், மிக அளவில் உள் அதிர்வுகள் ஏற்படுகின்றன. இதன் விளைவாக அணுக்களிடையே உள்ள பிணைப்பு அறுபட்டு, பெரிய மூலக் கூறு, சிறு மூலக் கூறுகளாக சிதைவடைகின்றன.

நீர்ம நிலை வெப்பப் பிளத்தல் முறையில், கண எண்ணை மிக்க அழுத்தத்தில் வெப்பப் படுத்தப்படுகின்றது. இந் நிலையிலும் பெரிய மூலக்கூறுகள் சிதைவடைந்து சிறு மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன.

(ஆ) வேகமாற்றியால் பிளத்தல் (Catalytic cracking)

பொதுவாக இவ்வகை பிளத்தல் வாயு நிலையிலேயே நிகழ்த்தப் படுகின்றது. கண எண்ணை ஆவியாக்கப்பட்டு, அந்த ஆவி, சிர்கோனியம் ஆக்சைடு (zirconium oxide) போன்ற வினை வேக மாற்றிகளின் மேல் செலுத்தப் படுகின்றது. இதனால் மிக அதிக அழுத்தமும், மிக அதிக வெப்பமும் தேவைப்படுவதில்லை. பிளத்தல் வினை மிக்க வேகமாக நடைபெற்று, அதிக அளவில், சிறிய மூலக் கூறுகளையுடைய விளை பொருள்கள் பெறப்படு கின்றன.

(இ) ஹைட்ரஜன் ஏற்றி பிளத்தல் (Hydrogenation cracking)

கண எண்ணை ஆவியுடன், ஹைட்ரஜன் வாயுவைக்கலந்து டங்ஸ்டன் ஆக்சைடு, மாலிபிடினியம் சல்பைடு போன்ற வினை வேகமாற்றிகளின் மீது வாயுக் கலவை செலுத்தப்படுகின்றது. பெரிய ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகள், வினை வேக மாற்றியின் முன்னிலையில் பிளத்தல் வினைக்கு உட்படுகின்றன. இவ்வினையில் கிடைக்கும், நிறைவுறு ஹைட்ரோ கார்பன்களுடன், ஹைட்ரஜன் கூடி, நிறைவுற்ற சிறிய ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகள் உருவாகின்றன.

பிளத்தல் வினை எவ்வகையில் நிகழ்த்தப்படினும், விளைச்சல் பொருளாக கிடைக்கப் பெறும் கலவை நீர்மம், பல்வேறு, சிறிய ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகளைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றில் நிறைவுற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்களும், நிறைவுறா ஹைட்ரோ கார்பன்களும் உள்ளன. இந்த நீர்ம கலவை, பின்னக் காய்ச்சி முறையில் பல பின்னங்களாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. பெட்ரோலின் கொதிநிலையை யொத்த பின்னம் பிளத்தல் வழி பெட்ரோல் என அழைக்கப்படுகின்றது.

பலபடியாக்கல் வழி பெட்ரோல்

பலபடியாக்கல் வினையில் பல சிறிய மூலக்கூறுகள், தகுந்த சூழ்நிலையில், ஒன்றாகச்சேர்த்து பெரிய மூலக் கூறுகளாகப் பெறப் படுகின்றன, நிறைவுறா மூலக் கூறுகளே எளிதில் பலபடியாக்கல் வினைக்கு உட்படுத்த முடியும். பெட்ரோலியம் பின்னங்கள், நிறைவுற்ற மூலக் கூறுகளாகவே உள்ளன எனவே இவ்வினைக்கு உட்படுத்து முன், அம்மூலக் கூறுகளை சிதைவுறச் செய்து, நிறையுறு மூலக் கூறுகளைப் பெறுதல் வேண்டும்.

கசோலின் பின்னத்தைவிடக் குறைந்த கொதிநிலையுள்ள பெட்ரோலியம் பின்னத்தை (வாயு எரி பொருள்கள்) தகுந்த வினை வேகமாற்றியின் மீது, அதிக வெப்பநிலையிலும், அழுத்தத்திலும் செலுத்தப்படும் பொழுது, சிறிது சிதைவுற்று ஓரளவு நிறையுறு ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகள் உருவாகின்றன. இந்த மூலக் கூறுகளிடையே, பலபடியாக்கல் வினை நிகழ்ந்து, புதிய மூலக் கூறுகள் உருவாகின்றன. இம்மூலக் கூறுகள், தொடக்கத்தில் எடுத்துக்கொண்ட மூலக் கூறுகளைவிட பெரியவைகளாக இருத்தலால், அதிக கொதி நிலையைப்பெற்றுள்ளன.

இவ்வினையில் கிடைக்கும் விளை பொருள்கள் நீர்மநிலையில், உள்ளன. இதனை, பின்னக் காய்ச்சி முறையில் பல பின்னங்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. பெட்ரோல் கொதி நிலையை யொத்த பின்னம் பல படியாக்கல் வழிபெட்ரோல் என அழைக்கப்படுகின்றது.

நேர் பெட்ரோல். சார்பு பெட்ரோல் இவற்றின் பண்புகள்

(Characteristics of straight and polymer gasoline)

இயற்கையில் கிடைக்கும் பெட்ரோலியத்திலிருந்து நேரே பின்னக் காய்ச்சி முறையில் பெறப்படும் பெட்ரோலில் நிறைவுற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்களே காணப்படுகின்றன. இவ்வகை ஹைட்ரோ கார்பன்கள், பெரும்பாலும் நேரான சங்கிலித்தொடர் சேர்மங் களாகவே (straight chair compounds) உள்ளன.

பிளத்தல் வழி முறைகளில் பெறப்படும், பிளத்தல் வழி பெட்ரோல், கொதி நிலையில், நேர் பெட்ரோலை யொத்துள்ளது. இதில் பெருமளவில்; நிறையுறு ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக்கூறுகள் காணப்படுகின்றன. நிறையுறு ஹைட்ரோ கார்பன்களில் காணப்படும், கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையும், சற்று அதிகமாக காணப்படுகின்றன.

பல படியாக்கல் வினையில் பெறப்படும், பலபடியாக்கல் வழி பெட்ரோலின் கொதி நிலை, நேர் பெட்ரோலின் கொதி நிலையை யொத்துள்ளது. இதில் பெருமளவில் நிறைவுற்ற ஹைட்ரோ கார்பன் களும், மிகச் சிறிய அளவே நிறையுறு ஹைட்ரோ கார்பன்களும் உள்ளன. இந்த ஹைட்ரோ கார்பன்களில் பெரும்பாலானவை, கிளை சங்கிலித் தொடர் சேர்மங்களாக (branched chair compounds) உள்ளன.

நேர் பெட்ரோலும், சார்பு பெட்ரோலும், ஒத்த கொதிநிலையை பெற்றிருப்பினும், அவற்றின் அமைப்பில் வேறுபாடுகள் காணப்படுதலால், உள் எரி இயந்திரத்தில், அவற்றின் இயக்கு திறன் (efficiency) மாறுபட்டுள்ளது எடுத்துக்காட்டாக உள் வெடிப் பொலி எதிர்ப்புத் தன்மையில் சார்புபெட்ரோல் சிறந்ததாகஉள்ளது.

உள் வெடிப்பொலி (Detonation or knocking)

உள் எரி இயந்திரத்தில், ஓர் உந்து தண்டு (piston) உருளையில் (cylinder) மேலும், கீழும் செல்லும் அமைப்பில் உள்ளது. உந்து தண்டு உருளையின் தலையை நோக்கிச் செல்வதை இறுக்க தாக்கு (compression stroke) என்றும் உருளை தலையினின்றும், வெளிச் செல்வதை உறிஞ்சும் தாக்குயென்றும் (suction stroke) அழைக்கப்படுகின்றது. இவ்விரு தாக்குதல்கள் நிகழும் இறுதியில், உருளையின் பரிமாணங்களிடையே இருக்கும் விகிதமே, இறுக்க விகிதம் (compression ratio) என அழைக்கப்படுகின்றது. இந்த இறுக்கு விகிதம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, உள் எரி இயந்திரத்தின் இயக்கு திறன் அதிகரித்து, ஒரு குறிப்பிட்ட இறுக்கு விகிதத்திற்கு பிறகு இயக்கு திறன் குறைகிறது. இந்த எல்லைக்கு அதிகமாக இறுக்கு விகிதம் இருப்பின் தீப்பொறி, (spark plug) இயங்குவதற்கு முன் பாகவே எரி வாயு காற்று கலவை, வெடிக்கின்றது.

எரி வாயு காற்று கலவை தீப்பொறி இயங்கிய பின் வெடிக்குமாயின், சுவாலை, முன்னேக்கி ஒரே சீராக செல்கின்றது. ஆனல் தீப்பொறி இயங்குவதற்கு முன்பாக வாயுக் கலவை வெடிக்குமாயின் எரி அறையினுள், அழுத்த வேறுபாடுகள் எதிர்பாராத நிலையில் ஏற்

பட்டு, உள்வெடிப்பொலிகள் (Detonation or knocking) ஏற்படுகின்றது. இயந்திரம் 'பட பட' என்ற வெடியோசை எழுப்புவதுடன் இயந்திரம் சீராக இயங்குவதில்லை. இந்நிலை நீடித்தால், உருளைத் தலை, (Cyl nder head) அதி வெப்பமடைந்து இயந்திரத்தின் இயக்கு திறன் வெகுவாக குறைகின்றது. உள் வெடிப்பொலிகள் ஏற்படும் பொழுது, விரும்பத்தகாத முறையில், உந்து தண்டு, நகருவதால் அதன் பாகமும், உருளையின் உட்பாகமும் சிதைவடைகின்றன. எனவே, சீராக திறன் மிக்க வகையில் உள் எரி இயந்திரம் இயங்க வேண்டுமாயின் உள் வெடிப்பொலிகள் உண்டாவதை தவிர்த்தல் அவசியமாகும்.

உள் வெடிப்பொலிகள், உள் இயந்திரத்தின் அமைப்பு, இயந்திரத்தை இயக்கும் விதம், பெட்ரோலின் தன்மை இவற்றைப் பொருத்துள்ளதாகும்.

உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மை : (Antiknocking)

ஒரு குறிப்பிட்ட பெட்ரோலை உள் எரி இயந்திரத்தில் பயன்படுத்தும் பொழுது உள் வெடிப்பொலி குறைவாக இருப்பின், அந்த எரி பொருளுக்கு, உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மை அதிகமுள்ளதாகக் கூறுகிறோம்.

ஆக்டேன் எண் : (Octane Number)

உள் வெடிப் பொலி எதிர்ப்புத் தன்மையை அறிய "**ஆக்டேன் எண்**" என்ற அலகு பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

ஐசோ ஆக்டேன் (iso- octane) என்ற ஹைட்ரோ கார்பனை எரி பொருளாக உள் எரி இயந்திரத்தில் பயன்படுத்தும்பொழுது, உள் வெடிப்பொலி ஏற்படுவதில்லை. எனவே இந்த எரி பொருள் மிக அதிக அளவில் (100%) உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மை பெற்றிருக்கின்றது. இதன், உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மை '100' என நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது.

நார்மல் ஹெப்டேன் (n-Heptane) என்ற ஹைட்ரோ கார்பன், எரி பொருளாக ஒரு உள் எரி இயந்திரத்தில் பயன்படுத்தும் பொழுது, அதிக அளவில் உள் வெடிப்பொலி ஏற்படுகின்றது. எனவே இந்த எரி பொருளுக்கு, மிகக் குறைந்த அளவில் (0%) உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மை உள்ளதென அறியலாம். எனவே இதன் உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மை '0' என நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரு குறிப்பிட்ட எரி பொருளின் உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மையை அறிய, அந்த எரி பொருளை ஒரு நியம உள் எரி இயந்திரத்தில் பயன்படுத்தி உள் வெடிப் பொலி எந்நிலையுள்ள தெனக் காண்கின்றனர். பின்னர் ஐசோ ஆக்டேனையும் நார்மல் ஹெப்டேனையும், பல விகிதங்களில் கலந்து பல் வேறு சதவீத கலவைகளைப் பெறுகின்றனர். ஒவ்வொரு கலவையையும் அதே உள் எரி இயந்திரத்தில் பயன்படுத்தி எந்த கலவை உள் வெடிப் பொலித் தன்மையில், கொடுக்கப்பட்டுள்ள எரி பொருளையொத்துள்ளதென அறிகின்றனர். இக்கலவையில் காணப்படும் ஐசோஹெப்டேனின் சதவீதமே அந்த எரி பொருளின் ஆக்டேன் எண்ணாகும்.

எடுத்துக்காட்டாக கொடுக்கப்பட்டுள்ள பெட்ரோலின் உள் வெடிப்பொலித் தன்மை, 80 சதவீதம் ஐசோ ஆக்டேனும், 20 சதவீதம் நார்மல் ஹெப்டேனும், கலந்துள்ள கலவையின் உள் வெடிப் பொலி எதிர்ப்புத் தன்மையை ஒத்திருப்பதாகக் கொள்வோம். கொடுக்கப்பட்டுள்ள பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் 80 ஆகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் 90 என்றால் அந்த பெட்ரோலும், 90 சதவீதம் ஐசோ ஆக்டேன், 10 சதவீதம் நார்மல்ஹெப்டேனுமுள்ள கலவையும், ஒத்த உள் வெடிப்பொலித் தன்மையுள்ளதாயிருக்கும்.

பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் அதிகமாக இருப்பின் அதன் உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத்தன்மையும் அதிக அளவில் இருக்கும். எனவே, சிறந்த பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் அதிகமாயிருக்கு மென்றுகிறது. ஆக்டேன் எண் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க இயந்தி ரத்தின் இயக்கு திறனும் அதிகமாகின்றது.

பல்வேறு ஹைட்ரோ கார்பன் எரிபொருள்களை, உள் எரி இயந் திரத்தில் பயன் படுத்தி அவற்றின் ஆக்டேன் எண்கள் கண்ட றியப்பட்டன. இவற்றிலிருந்து ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக்கூறு நெருக்கமாக அமைந்தால் ஆக்டேன் எண் அதிகமாகின்றதென அனுமானம் கிடைக்கப் பெற்றது.

ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகள் நெருக்கமாக அமைப் பதைப் பல்வேறு வழிகளில் நிறைவேற்றலாம். அவற்றுள், ஹைட் ரோ கார்பன் மூலக் கூறுள்ள கார்பன் அணுக்களின் எண் ணிக்கையைக் குறைத்து கார்பன் சங்கிலித் தொடரின் நீளத்தைக் குறைத்தல், கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைக் காமல், கிளை, அல்லது கிளைகள் உள்ள சங்கிலித் தொடராக

அமைத்தல், கார்பன் அணுக்களிடையே இரட்டைப்பிணைப்பை ஏற்படுத்துதல், முதல் கார்பன் அணுவையும், கடைகார்பன் அணுவையும் இணைத்து ஒரு வளைய சேர்மமாக மாற்றுதல், மிக முக்கியமான வகைகளாம். மேற்கூறியவற்றிற்கு எடுத்துக்காட்டாகச் சில ஹைட்ரோ கார்பன்களின் ஆக்டேன் எண்கள் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

எண்	ஹைட்ரோ கார்பனின் பெயரும் வடிவ வாய்ப்பாடும்	ஆக்டேன் எண்
1	நாமல் ஹெப்டேன். $C_7 H_{16}$ $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$	0
2	நார்மல் புயூட்டேன். $C_4 C_{10}$ $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$	96
3	மித்தைல் ஹெக்சேன். $C_7 H_{16}$ $CH_3 \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$	55
4	ஹெக்சீன் $= C_6 H_{12}$ $CH_2 = CH \cdot CH_2 \cdot CH_2\ CH_2 \cdot CH_2$	85
5	வளைய பென்டேன் $C_5 H_{10}$ [வளையச்சேர்மம்]	94
6	பென்சீன் $C_6 H_6$ [அரோமாட்டிக் சேர்மம்]	100

பெட்ரோலுடன் பிற பொருள்களைக்கலப்பதன் மூலமும், பெட்ரோலின் உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மையை அதிகரிக்கச் செய்யலாம்.

லெட்டட் பெட்ரோல் (Leaded petrol)

இவ்வகைகளுள் மிகமுக்கியமானது, லெட்டெட்ரா ஈத்தைல் என்ற சேர்மமாகும், இது நீர்ம நிலையிலுள்ளது. பெட்ரோலுடன் எளிதில் கலக்கக்கூடியது. இச்சேர்மத்தில் I C ஜை5லிட்டர் பெட்ரோலுடன் கலந்தால் கலவையின் உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் திறன்15 அலகு உயர்த்தப்படுகின்றது.

லெட்டெட்ரா ஈத்தைல் நீர்மம் பெட்ரோலுடன் சேர்க்கப்படும் பொழுது ஒரு இடர்ப்பாடு தோன்றுகிறது. உள் எரி இயந்திரத்தினுள் லெட்டெட்ரா ஈத்தைல் சிதைவுற்று, உருளையின் உட் சுவர்களில் லெட் படிகின்றது. இதனால் உந்து தண்டு எளிதில் இயங்க முடியாமல் தடைபடுகின்றது. உள் எரி இயந்திரத்தின் செயல் திறன் வெகுவாகக் குறைகின்றது இந்த இயர்ப்பாட்டை நீக்க லெட்டெட்ரா ஈத்தைலுடன், எத்தலீன் டைபுரோமைடு என்ற நீர்மசேர்மம், 1:2 என்ற விகிதத்தில் கலக்கப்பட்டுப் பெட்ரோலுடன் சேர்க்கப்படுகின்றது. இப்பொழுது பிரிகையடையும் லெட், எத்தலீன் டைபுரோமைடுடன் வினையுற்று லெட்டெட்ரா ஈத்தைலும் எத்திலீன் டைபுரோமைடும் நச்சுப் பொருளாகையால், இவை பெட்ரோலுடன் கலந்துள்ளதை குறிக்கும் வகையில், பெட்ரோலுடன் வண்ணப் பொருள்கள் கலக்கப்படுகின்றன. இவ்வகையில் வினியோகிக்கப்படும் பெட்ரோல் லெட்டட் பெட்ரோல் (leaded petrol) என அழைக்கப் படுகின்றது.

ஆக்டேன் எண் மதிப்பை மட்டும் கொண்டு ஒரு பெட்ரோலின் தரத்தை நிர்ணயிக்கக் கூடாது. வேறு சில அடிப்படை பண்புகளையும் கண்டறிய வேண்டும்.

(அ) கொதி நிலை (Boiling Point)

பெட்ரோல் நீர்ம நிலையிலிருப்பினும், உள எரி இயந்திரத்தில், அது எரி பொருளாகப் பயன் படும் பொழுது, வாயு நிலையில் தான் பயன் படுத்தப்படுகின்றது. பெட்ரோல், எரி பொருள் வளி கலப்பி (carborator) வழியாகச் செலுத்தப் படுகின்றது. இச்சாதனத்தில் உள்ள சிறு துளையின் வழியாக காற்றும் இழுக்கப் படுகின்றது. பெட்ரோல் இந்நிலையில் ஆவியாகி பெட்ரோல்-காற்று வாயு நிலைக் கலவைப் பொருளே, உள் எரி இயந்திரத்தினுள் இழுக்கப்படுகின்றது. எனவே பெட்ரோல் எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய தன்மையுள்ளதாயிருத்தல் வேண்டும்.

பெட்ரோல் மிக எளிதில் வாயு நிலையை அடைந்தாலும் சில இடர்ப்பாடுகள் ஏற்படுகின்றன. பெட்ரோல் சேமிப்புத் தொட்டியில் இருந்து பெட்ரோல், எளிதில் ஆவியாக வெளியேறிவிடுதலால், எரி பொருள் அதிக அளவில் வீண் விரையமடைகின்றது. சில சமயங்களில் ஆவி நிலையடைந்த பெட்ரோல், வளிகலப்பியில், வாயுக் குமிழ்களாகத் தோன்றி, தொடர்ச்சியாக பெட்ரோல் ஆவி உள் எரி இயந்திரத்தில் செல்வது தடைபடுகின்றது. இதனால் ஆவி அடைப்பு (Vapour lock) என்ற இடர்ப்பாடு தோன்றி, இயந்திரம் சரிவர வேலை செய்வதில்லை.

உள் எரி இயந்திரத்திற்குப் பயன்படும் பெட்ரோலின் ஆவி அழுத்தம் 38°C வெப்ப நிலையில் 490 மி. மீ (பாதரசம்) அழுத்த மிருத்தல் வேண்டும். பெட்ரோல், பல்வேறு ஹைட்ரோ கார்பன் களின் கலவையாக இருத்தலால், அதன் கொதிநிலை, ஒரு குறிப்பிட்ட மாருத நிலையில் இருக்காது. நம் நாட்டு வெப்ப நிலைக்கு ஏற்ற பெட்ரோல் கீழ்கண்ட கொதி நிலையுள்ள விகிதத்தில் அமைவது நலம்.

10%	பெட்ரோலின் கொதிநிலை	70°C
60%	,, ,,	70°C—125°CH
30%	,, ,,	125°C—200°CH

மிக அதிக கொதி நிலையிலுள்ள ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகள், பெட்ரோலில் இருப்பின், அவை ஆவியாகாமல் வளி கலப்பி திறம்பட வேலை செய்வது தடைபடுகின்றது. மேலும் இவை மசகு எண்ணைகளுடன் கலந்து அவற்றை நீர்க்கச் செய்து, அவற்றின் செயல் திறனும் பாதிக்கப்படுகின்றது.

(ஆ) பிசின் பொருள்கள் தோன்றுதல்

இயற்கையில் கிடைக்கும் பெட்ரோலியத்திலிருந்து பெறப்படும் நேர் பெட்ரோலில், நிறையுற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்களே உள்ளன. ஆனல் நேர் பெட்ரோலுடன், சார்பு பெட்ரோல்களும் கலந்தே விற்கப்படுகின்றது. எனவே, விற்கப்படும் பெட்ரோலில், ஓரளவு நிறையுரு ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகளும் உள்ளன. இயந்திரத்தின் வெப்பநிலையில் இவை பல படியாக்கல் வினைக்கு உட்பட்டு, பிசின் பொருள்கள் உருவாகின்றன. இவை உள் எரி இயந்திர உருளையின் உட்பாகத்தில் படிவதால், உந்து தண்டு சரிவர செயல்பட முடிவதில்லை. பிசின் வகை பொருள்கள் தோன்றுதலைத் தவிர்க்க, மிகச் சிறிய அளவில் பல படியாக்கல் வினை வேகத்தைக் குறைக்கும் எதிர் வினை வேகமாற்றிகள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

(இ) சல்ஃபர் போன்ற மாசுப்பொருள்கள்

சல்ஃபர், சேர்மப் பொருள்கள், அரிக்கும் (corrosive) பண்புள்ளவைகளாக இருக்கின்றன. இயந்திரத்தின் வெப்ப நிலையில் இவை இயந்திரத்தின் உட்பாகத்தை அரித்து விடுகின்றன. எனவே இவ்வகைப் பொருள்கள் பெட்ரோலில் இல்லாதிருத்தல் வேண்டும். மேலும் மிகக் குறைந்த அளவே, கார்பன் படிவு (deposit) ஏற்படுத்தும் பெட்ரோலாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

டீசல் எண்ணெய் (Diesel oil)

கண எண்ணை, வாயு எண்ணை போன்ற பெட்ரோலியப் பின்னங்களை, மேலும் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறைக்கு உட்படுத்தி, டீசல் எண்ணை தயாரிக்கப்படுகின்றது. டீசல் எண்ணை, அழுக்க எரிமூட்டு இயந்திரங்களில் (compression ignition engines) எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ் வகை இயந்திரங்கள் 'டீசல் இயந்திரங்கள்' என அழைக்கப் படுகின்றன.

டீசல் இயந்திரம் இயங்கும் விதம், பெட்ரோல் இயந்திரங்கள் இயங்கும் விதத்திலிருந்து மாறுபட்டுள்ளது. டீசல் இயந்திரத்தில் காற்று நன்கு அமுக்கப் படுகின்றது. இதனால் காற்று வெப்பம் அடைகின்றது. அதிக அழுத்தமும், வெப்பமும் உள்ள காற்றுள்ள மண்டலத்தில் (zone) டீசல் எண்ணை, தகுந்த ஜெட் அமைப்பின் மூலம் பரவலாகத் தெளிக்கப்படுகின்றது. இந்த சூழ் நிலையில் டீசல் எண்ணை, வாயு நிலையை அடைந்து, காற்றுடன் கலக் கின்றது. இக்கலவை அதிக வெப்ப நிலையிலுள்ளதால், எரிமூட்டம் (explosion) ஏற்படுகின்றது. இவ் வினையில் உண்டாகும் வாயுப் பொருட்கள், அதிக பருமனளவுள்ளதாகையால், உந்து தண்டு வெளித் தள்ளப்படுகின்றது இவ்வினைகள் தொடர்ந்து நிகழ்வதால் டீசல் இயந்திரம் இயங்குகிறது. பொதுவாக டீசல் இயந்திரத்தின் செயல் திறன், பெட்ரோல் இயந்திரத்தின் செயல் திறனை விட அதிகமாகவே உள்ளது.

எரி இயந்திரத்தில் பெட்ரோல் செயல் படும் விதத்திற்கும், டீசல் செயல்படும் விதத்திற்கும் ஒரு முக்கிய வேறுபாடு உண்டு. பெட்ரோல் வாயு—காற்று, கலவை தீப்பொறி இயங்கியவுடன் எரி மூட்டம் அடைகின்றது. உயர்ந்த வெப்ப நிலையும், அழுத்தமும் உள்ள காற்றில், டீசல் எண்ணை சிறு திவலைகளாகத் தெளிக்கப்படும் பொழுது, அது ஆவியாகி உடன் எரி மூட்டம் நடைபெறுகின்றது.

டீசல் எண்ணை வாயு—காற்று கலவையுடன் எரி மூட்ட நிலையடையாமல் தாமதிப்பின், உள் வெடிப்பொலி உண்டாகிறது. ஆனால் பெட்ரோல் எண்ணை வாயு–காற்றுக்கலவை, தீப்பொறி இயங்குவதற்கு முன்பு எரிமூட்ட நிலை அடைவதால், உள் வெடிப் பொலி உண்டாகிறது.

சீட்டேன் எண் (Cetane Number)

டீசலின், உள் வெடிப் பொலி எதிர்ப்புத் தன்மை அளவிலும், அளவு கோலாக "**சீட்டேன் எண்**" அமைகின்றது. ஒரு நயம

அமுக்க எரிமூட்டு இயந்திரத்தில் சீட்டேன் (C_{16} H_{34}) ஹைட்ரோ கார்பன் எரிபொருளாகப்பயன்படுத்தினால் உள் வெடிப்பொலி மிகக் குறைவாக உள்ளது. எனவே சீட்டேனின் உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் திறன் "100" என மதிப்பிட்டுள்ளது.

அதே அமுக்க எரிமூட்டு இயந்திரத்தில் மித்தைல் நாஃப்தலீன் என்ற ஹைட்ரோ கார்பன், எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தினால் உள் வெடிப்பொலி அதிக அளவில் உள்ளது. எனவே மித்தைல் நாஃப்தலீன் உள் வெடிப் பொலி எதிர்ப்புத் திறன் "0" எனக் கொள்ளப்படுகிறது.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள டீசல் எண்ணெயின் சீட்டேன் எண் கீழ்க் கண்ட சோதனை மூலம் அறியப்படுகின்றது. எடுத்துக்கொள்ளப் பட்ட டீசல் எண்ணெயை ஓர் நியம அமுக்க எரிமூட்ட இயந்திரத்தில் எரிபொருளாகப்பயன்படுத்தி அதன் உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத் தன்மை அறியப்படுகிறது. சீட்டேனையும், ஆல்ஃபா மீத்தைல், நாஃப்தலீனையும் பல்வேறு விகிதங்களில் கலந்துள்ள வெவ்வேறு கலவையையும், அதே நியம இயந்திரத்தில் பயன் படுத்தி, எந்த கலவை, கொடுக்கப்பட்டுள்ள டீசல் எண்ணெயைப் போன்ற உள் வெடிப்பொலி எதிர்ப்புத்திறன் உள்ளதென்பது கண்டறியப் படுகின்றது. இக்கலவையில் காணப்படும் சீட்டேனின் சத விகிதமே, டீசல் எண்ணெயின் சீட்டேன் எண் ஆகும்.

சிறந்த டீசல் எண்ணெயின் சீட்டேன் எண் அதிக அளவில் இருத்தல் வேண்டும். உள் எரி இயந்திரத்திலும் ஏற்படும், உள் வெடிப்பொலிக்கான காரணம் எதிர் மறையாக அமைந்துள்ளது குறிப்பிடத் தக்கதாகும். எனவே ஒரு எரி பொருளின் ஆக்டேன் எண் அதிகமாக இருப்பின் அதன் சீட்டேன் எண் குறைவாக இருக்கின்றது.

டீசல் எண்ணெயின் சீட்டேன் எண் மதிப்பை உயர்த்த, அசிட்டிலீன், மித்தைல் ஆல்கஹால், ஈத்தைல் நைட்ரேட், நைட்ரோ நாஃபதலீன் போன்ற பல பொருள்கள் மிகச் சிறிய அளவில் சேர்க்கப்படுகின்றன.

எரி எண்ணெ (Fuel oil)

பெட்ரோலியத்தின் ஏதாவதொரு நீர்ம பின்னம் நேராக எரி பொருளாகப் பயன் படுத்தப்பட்டால், அதனை எரி எண்ணெ என அழைக்கின்றோம். எடுத்துக்காட்டாக மண் எண்ணெ (கிரோசின்)

வீடுகளில் சில எரி சாதனங்களில் எரி பொருளாகப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. பல தொழிற்சாலைகளில் பல்வேறு பெட்ரோலிய பின்னங்கள், எரி பொருள்களாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. எண்ணை எரி பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படும் பொழுது எளிதில் அதிக வெப்ப நிலையை அடைய முடிகின்றது. எரிதலை எளிதில் கட்டுப்படுத்த முடிகின்றது. சுற்றுப் புறத்தைத் துப்புரவாக வைத்துக் கொள்ள முடிகின்றது.

ஜெல்லிகள் (jellies)

இயற்கைப் பெட்ரோலியத்தைப் பின்னக் காய்ச்சி முறையில் பல பின்னங்களாகப் பிரித்தெடுக்கும் பொழுது, நீர்ம, திண்ம நிலைகளுக்கு இடைப்பட்ட பொருள் அடியில் தங்கி விடுகின்றது. இதனையே ஜெல்லிகள் என அழைக்கின்றோம். இவ்வகை பின்னத்திலிருக்கும் ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக் கூறுகளில், 20 முதல் 80 வரை கார்பன் அணுக்கள் உள்ளன.

ஜெல்லிகள், தொழிற்சாலைகளில் மசகுப் பொருளாகப் பயன் படுத்தப் படுகிறது. மருத்துவத் துறையில் பூச்சு மருந்துகள் தயாரிக்கப் பயன் படுகிறது.

பெட்ரோ விளை பொருள்கள் (Petro-Products)

இயற்கையில் கிடைக்கும் பெட்ரோலியத்திலிருந்து பின்னக் காய்ச்சி முறையில், தொழிற் துறைக்குத் தேவையான பல பொருள்கள் அடைவதைப் பற்றி அறிந்தோம். சற்று மாறுபட்ட சூழ் நிலையில் பின்னக் காய்ச்சி முறையை நிகழ்த்தினால் வேறு வகையான பொருள்களைப் பெறலாம். எடுத்துக் காட்டாக, சற்று அதிக வெப்பநிலையில், பெட்ரோலியத்தை, பிளத்தல் வினைக்கு உட்படுத்திப் பின்னக் காய்ச்சி முறை பின்பற்றப்பட்டால், எத்திலீன், புரோபைலீன் போன்ற நிறைவுறு சேர்மங்கள் உள்ள பின்னத்தைப் பெறலாம்.

இந்நிறையுறு சேர்மங்களுடன், சைகுளோ ஹெக்சேன் போன்ற வளைய ஆல்கேன் (Cyclo alkane) ஹைட்ரோ கார்பன்களும் காணப்படுகின்றன.

நிறையுற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்களிடமிருந்து வேறுபட்ட பண்புகளையுடைய, நிறையுறு, சைகிளிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களை, தகுந்த வேதி வினைகளுக்குட்படுத்தி, அதன் வருவிகளைப் பெற முடியும்.

இவ்வகையில் நேர்வழியினின்று சற்று மறைமுக வழியில் பெறப்படும் பொருள்களுக்கு பெட்ரோல் விளைபொருள்கள் எனப் பெயர் சுமார் 200 வகையான பெட்ரோல் விளை பொருள்கள் பெறப் படுகின்றன. இப்பொருள்களில் பெரும்பாலானவை பல வேதி தொழிற்சாலைகளில், கச்சாப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

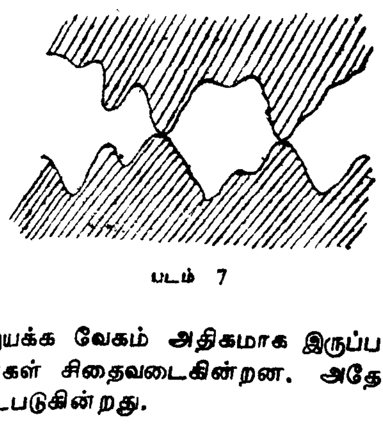
எடுத்துக்காட்டாக எத்திலீன், பாலிதீன் என்ற முக்கியமான பலபடி செய்வதற்குத்தேவைப்படும் கச்சாப்பொருளாகும் எத்திலீனுடன், புரோமினை வினையுறச் செய்து, எத்திலீன் டைபுரோமைடு என்ற சேர்மத்தைப் பெறுகின்றனர். டெரிலீன் என்ற செயற்கை நூலிழை செய்யத் தேவைப்படும் கிளைகால் என்ற கச்சாப் பொருள், எத்திலீன் டைபுரோமைடிலிருந்து பெறப்படுகின்றது.

வளைய ஹெக்சேனை, சில வேதி வினைகளுக்குட்படுத்தி, பென்சீன் என்ற அரோமாடிக் ஹைட்ரோ கார்பனைப் பெறலாம். மேலும், பல்வேறு தொழிற் துறையில் தேவைப்படும், கரைப்பான்கள் பெட்ரோ விளை பொருள்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றன.

4. மசகுப் பொருள்கள்
(LUBRICANTS)

ஒரு திடப் பொருளை மற்றொரு திடப் பொருளின் மேற் பரப்பின் மீது நகர்த்தும் பொழுது, இயக்கம், உராய்வினால் தடைபடுகின்றது. இந்த உராய்வு தடை பல காரணங்களினால் நிகழ்கின்றது.

உராயும் திடப் பொருள்களின் மேற்பரப்பு சமமாகவும், வழ வழப்பாகவும் இருப்பதில்லை. பரப்பில் சில மேடுகளும், பள்ளங் களும் காணப்படுகின்றன. வழவழப்பான மேற்பரப்பாகக் கருதப் படும் பரப்புகளிலும், நுண் ணோக்கியைக் (Microscope) கொண்டு பார்க்கும்பொழுது மேடு பள்ளங்கள் காணப்படு கின்றன.



படம் 7

திடப் பொருள்கள் இவ் வகை பரப்புகளில் நகரும் பொழுது, இரண்டு பரப்புகளி லும் காணும் மேடு பள்ளங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சிக்கிக் கொள்கின்றன. பரப்புகளின் இயக்க வேகம் அதிகமாக இருப்ப தால், சிக்கிக் கொண்ட பாகங்கள் சிதைவடைகின்றன. அதே சமயத்தில் இயக்க வேகமும் தடைபடுகின்றது.

இரண்டு திடப் பொருள்களின் பரப்புகள் ஒன்றோடு ஒன்று பொருந்தியிருக்கும் பொழுது, மேற்பரப்பில் எஞ்சியுள்ள பிணைப்பு களினால் அவை இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பிணைப்புகளின் வலிமை மிகக் குறைவாக இருப்பினும், பரப்புகள் ஒன்றின் மீது ஒன்று நகரும் பொழுது, உராய்வு ஏற்படுவதற்கு இதுவும் காரண மாயுள்ளது. இக்காரணத்தாலும் இயக்க வேகம் தடைபடுகின்றது.

மேற்கூறிய காரணங்களினால் இயக்க வேகம் தடைபடு வதுடன், மேற்பரப்பிலுள்ள மேடு பள்ளங்களில் சிக்கிப் பொருள் களும் சேதமடைகின்றன. இயக்க வேகம், உராய்வை வெற்றி

கொள்வதற்காக ஓரளவு ஆற்றல் (energy) செலவழிக்க வேண்டி யுள்ளது. இதனுலும் இயக்க வேகம் குறைகின்றது. மேலும், திடப் பொருள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று உராயும் பொழுது வெப்ப ஆற்றல் வெளியேறுகின்றது. இந்த ஆற்றலும் பரப்புகள் இயக்கத் திற்குப் பயன்படும் ஆற்றலினின்றும் பெற வேண்டியுள்ளதால், இயக்க வேகம் குறைகின்றது. திடப்பொருள்களின் மேற் பரப்புகள் வெப்பமடைவதால், அவற்றின் பண்புகள் மாற்றமடைகின்றன. இவ்வாறு பண்புகளில் மாற்றமடைந்த பொருள்களை இயக்கத் திற்குப் பயன்படுத்தும் பொழுது மேலும் சில இடர்ப்பாடுகள் தோன்றுகின்றன.

திடப் பொருள்களின் பரப்புகள் ஒன்றின் மீது ஒன்று நகரும் பொழுது ஏற்படும் இன்னல்களைத் தவிர்க்க, நகரும் பரப்புகளுக் கிடையே, அவற்றைப் பிரிப்பதற்காகச் சேர்க்கப்படும் பொருள் மசகு (lubricant) என அழைக்கப்படுகின்றது. மசகுப் பொருள் நகரும் பரப்புகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்திருப்பதைப் பிரிப் பதுடன், உராய்வினுல் ஏற்படும் பல்வேறு இன்னல்களைக் குறைக் கின்றது.

பெரும்பாலான மசகுப் பொருள்கள் நீர்ம நிலையில் உள்ளன. நகரும் திடப் பொருள்களின் பரப்புகளைப் பிரிக்க அவற்றினிடையே அமைக்கப்படும் நீர்ம மசகுப் பொருள், திடப் பொருள்களின் பரப் பில் காணப்படும் எஞ்சியுள்ள பிணைப்புகளினுல் கட்டுண்டு, திடப் பரப்பில் நன்கு ஊன்றி விடுகின்றது. நீர்ம மசகுப் பொருளின் அடுக்குகளிடையே காணப்படும் இணைப்புகளின் வலிமை மிகக் குறைவாக உள்ளதால், ஒரு நீர்ம அடுக்கு மற்ருெரு நீர்ம அடுக்கின் மீது எளிதில் நகர முடிகின்றது.

திடப் பரப்புகளில் காணப்படும் பள்ளங்களில், நீர்ம மசகுப் பொருள் நிறைந்து விடுகின்றது. இதனுல் மேடு பள்ளங்கள் சம தளமாக மாற்றப்படுகின்றன. மேடு பள்ளங்கள் சிக்குவதனுல் ஏற்படும் பொருள் சேதமும், இயக்க ஆற்றல் சேதமும், வெகு வாகக் குறைக்கப்படுகின்றது. பரப்புகள் உராய்வதினுல் ஏற்படும் ஆற்றல் மிகவும் குறைகின்றது. மிகச்சிறிய அளவில் ஏற்படும் வெப்ப ஆற்றலும் கடத்தி (Conduction) சலன (Convection) முறைகளில் மசகுப் பொருள் வெளியேறுவதால் திட பரப்புகள் வெப்பமடைவதும் அதனுல் அதன் பண்புகள் மாறுவதும் வெகு வாகக் குறைக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பல்வேறு வகைகளில், உராய் வினுல் ஏற்படும் இன்னல்களை மசகுப் பொருள் தவிர்க்கின்றது.

சிற் சில சமயங்களில் மசகுப் பொருள்கள் மேலும் சில வகை களில் நன்மை பயக்கின்றன. உந்து தண்டு (Piston) இயங்கும் உருளையில் பயன்படுத்தப்படும் நீர்ம மசகுப் பொருள், உந்து தண்டுக்கும் உருளைக்குமிடையே இருக்கக்கூடிய சிறிய இடை வெளியையும் நன்கு அடைத்து, உந்து தண்டு திறம்பட வேலை செய்யப் பயன்படுகிறது. பொதுவாக நீர்ம மசகுப் பொருள்கள், நீரை வெறுக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளதால், நகரும் பரப்புகளிடையே நீர் மற்ற மாசுப் பொருள்கள் உட்செல் லாமல் தடுக்க உதவுகின்றது.

மசகுப் பொருள்களைத் தயாரிக்கும் முறைகள்
(Manufacture of lubricants)

தொன்று காலம் தொட்டு, தாவர எண்ணைப் பொருள்கள் மசகுப் பொருள்களாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக ஆமணக்கு எண்ணெய் (Castor oil) இன்றும் கிராமங் களில் வண்டிகளின் அச்சுக்கு மசகுப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. தாவர எண்ணெய்ப் பொருள்கள், எளிதில் திடப் பொருள்களின் பரப்பில் ஒட்டிக் கொள்கின்றது. இவ்வாறு ஒரு பரப்பின்மேல் ஒட்டிக்கொள்ளும் பண்பை எண்ணெய்த் தன்மை (Oiliness) என அழைக்கின்றோம். பொதுவாகத் தாவர எண்ணெய் களுக்கு எண்ணெய்த் தன்மை அதிக அளவில் உள்ளது. தாவர எண்ணெய் எளிதில் எல்லா இடங்களிலும் கிடைக்கக் கூடியதாயும் உள்ளது.

தாவர எண்ணெய்கள், வேதி அமைப்பில் எஸ்டர்களாகும். இவ்வகைப் பொருள்கள் எளிதில் நீராற் பகுக்கப்படுவன. தாவர எண்ணெய்ப் பொருள்களை மசகுப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தும் பொழுது அவை சுற்றுப் புறத்திலுள்ள ஈரத்துடன் வினையுற்று நீராற் பகுக்கப்படுகின்றன. இவ் வினையில் விளையும் அமில வினை பொருள்களினால் அச்சும், தாங்கிகளும் அரிமானம் அடைகின் றன. வினை பொருள்களுக்கு எண்ணெய்த் தன்மை இல்லாததால் மசகுத் தன்மையும் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

தற்காலத்தில் பல்வேறு வகையான இயந்திரங்கள் உள்ளன. இவைகள் திறம்பட செயல்புரிய பல்வேறு பாகுத் தன்மையுள்ள (Viscosity) மசகுப்பொருள்கள் தேவைப்படுகின்றன. இயற்கையில் கிடைக்கும் தாவர எண்ணெய்கள் இத்தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய முடிவதில்லை. நாளுக்கு நாள் இயந்திரங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கினறது. இயற்கையில் தாவர எண்ணெய் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவே கிடைக்கின்றது. இவ்வகை

யிலும் தாவர எண்ணெய் வகைகள் தற்கால மசகுப்பொருள்களின் தேவையைப் பூர்த்தி செய்ய முடியவில்லை.

தாவர எண்ணெய்ப் பொருள்களில், மசகுப் பொருள்களுக்கு அத்தியாவசியத் தேவையான எண்ணெய்த் தன்மை மிக அதிக அளவில் உள்ளதால், தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் கனிம நீர்ம மசகுப் பொருள்களுடன் தாவர எண்ணெய்ப் பொருள்கள் சிறிதளவு கலக்கப்படுகின்றன.

நவீன இயந்திரங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும், பெரும்பாலான மசகுப் பொருள்கள் பெட்ரோலியத்திலிருந்தே பெறப்படுகின்றது. இயற்கையில் கனிமப் பொருளாகக் கிடைக்கும் பெட்ரோலியம் ஓரளவு மாசுப் பொருள்களினின்றும் சுத்தம் செய்யப்பட்ட பின், பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில், பல்வேறு பின்னங்களாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. அதிக கொதி நிலையுள்ள வாயு எண்ணெய், கன எண்ணெய் போன்ற பகுதிகளிலிருந்து கனிம, நீர்ம, மசகுப் பொருள்களைப் பெறுகின்றனர்.

உயர்ந்த கொதி நிலையுள்ள பெட்ரோலியப் பின்னங்களுடன் நீராவியைப் பாய்ச்சி, குறைந்த அழுத்தத்தில், பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறைக்கு உட்படுத்துகின்றனர். இவ்வாறு செய்வதால், ஹைட்ரோ கார்பன்கள் சிதைவடைவது தவிர்க்கப்படுகின்றது. இம்முறையில் மூன்று பின்னங்கள் பெறப்படுகின்றன. அவையாவன : (அ) குறைந்த பாகுத் தன்மையுள்ள இலேசான பின்னம். (ஆ) சற்று அதிக பாகுத் தன்மையுள்ள நடு பின்னம். (இ) அதிக பாகுத் தன்மையுள்ள கன பின்னம். முதல் இரண்டு பின்னங்களும், நீர்ம மசகுப்பொருள் தயாரிப்பதிலும், இறுதி பின்னம் திட, நீர்ம நிலைகளுக்கு இடையேயுள்ள மசகுப் பொருள்கள் தயாரிப்பதிலும் பயன்படுகின்றன.

இவ் வகையில் பெறப்பட்ட பெட்ரோலியம் பின்னங்களில் மாசுப் பொருள்களாக, மெழுகுகளும், நாஃப்தீன்களும், தார்ப் பொருள்களும் காணப்படுகின்றன. இந்த மாசுப் பொருள்கள் இப் பின்னங்களின் மசகுத் தன்மையையும், நிரந்தரத் தன்மையையும் வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன. இம் மாசுகளை நீக்க இரு வழிகள் கையாளப்படுகின்றன.

அமில முறை : (Acid Process)

இம்முறையில் ஒவ்வொரு பின்னமும் நன்கு குளிர்விக்கப்படுகின்றது. பின்னத்திலுள்ள மெழுகுப் பொருள்கள் சிறுபடிகங்

களாகப் பிரிகின்றன. திட படிகங்களை நீக்கிய பின், பின்னம், அடர்சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் நன்கு கலக்கப்படுகின்றது. எளிதில் வினையுறக் கூடிய நாஃப்தீன்களும், தார் பொருள்களும், அமிலத்துடன் வினையுற்று, கரைந்து, தனி படலமாக கீழே தங்கி விடுகின்றது. மேல் மட்டத்தில் மிதக்கும் எண்ணெய்ப் பொருளை பிரித்தெடுத்து மீண்டும் பின்னக் காய்ச்சி முறையில் பல பின்னங் களாகப் பிரிக்கின்றனர். ஒவ்வொரு பின்னமும் வெவ்வேறு பாகுத் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதால், பல்வேறு வகை மசகு எண் ணெய்கள் பெறப்படுகின்றன.

கரைப்பான் முறை : (Solvent process)

இம்முறையில், நைட்ரோ பென்சீன், ஃபர்ஃபுரால் (Furfural) ஈதர் போன்ற பல்வேறு தகுந்த கரைப்பான்களின் உதவியால் மாசுக்கள் நீக்கப்படுகின்றன. பின்னத்தில் காணப்படும் மாசுப் பொருளுக்கேற்ப கரைப்பான் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றது. சில சமயங்களில் தகுந்த கரைப்பான்களின் கலவையும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது

மாசுப் பொருளுள்ள நீர்ம பின்னமும, தகுந்த சாதனங்களில் எதிர் பாய்ச்சு தத்துவத்தை (Counter current principle) பயன் படுத்தி ஒன்றுக்கு ஒன்று நேர் எதிராக செலுத்தப்படுகின்றது. பின்னத்திலுள்ள மாசுப் பொருள்கள் மட்டும், கரைப்பானில் கரை கின்றது. இரு நீர்மங்களும், எதிர்த்து ஓடிக் கொண்டிருத்தலால் இரண்டிலும் புது அடுக்குகள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு கொள்ள முடிகின்றது. இக்காரணத்தாலும், மீண்டும் மீண்டும் நீர்மங்கள் சுழற்சியாக செலுத்தப்படுவதாலும் பின்னத்திலுள்ள மாசுப் பொருள்கள் யாவும் கரைப்பானுல் கரைக்கப்பட்டு நீக்கப் படுகின்றன. மாசற்ற பின்னத்தைக்குறைந்த அழுத்தத்தில் பின் னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறைக்கு உட்படுத்திப் பல்வேறு மசகுப் பொருள்கள் பெறப்படுகின்றன.

கரைப்பான் முறை, அமில முறையை விடச் சிறந்ததாக உள்ளது. கரைப்பான் முறையில் இறுதியில் கிடைக்கும் மாசுக்கள் கரைந்த கரைப்பானிலிருந்து கரைப்பானைக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் பிரித்தெடுத்து மீண்டும் பயன்படுத்லாம். அமில முறை யில் பயன்படுத்தப்படும் அமிலத்தை திரும்பப் பெற முடியாது. கரைப்பானைப் பிரித்தெடுக்கும்பொழுது மாசுக்களாக விளங்கிய நாஃப்தீன்களையும் பிரித்தெடுத்துப் பயன்படுத்த முடியும். அமில முறையில் மாசுக்கள் அமிலத்துடன் வினையுற்று அழிவடை கின்றன. கரைப்பான் முறையில், எதிர்பாய்ச்சு தத்துவத்தைப்

பயன்படுத்துவதால் குறைந்த நேரத்தில் திறம்பட மாசுக்களைப் பிரித்தெடுக்க முடிகின்றது.

இவ்வாறு பெறப்படும் கனிம, நீர்ம மசகுப்பொருள்கள், நிரந்தரத்தன்மையுள்ளவை. தொழிற் துறைக்குத் தேவைப்படும் பல்வேறு பாகுத் தன்மையுள்ள நீர்மங்களைப் பெறமுடிகின்றது. இவைகளின் அடக்க விலையும் குறைவாக உள்ளது. இவ்வகை மசகு நீர்மங்களின் எண்ணெய்த் தன்மையை அதிகரிக்க மிகச் சிறிய அளவில், தாவர எண்ணெய்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

மசகுப் பொருள்களை தேர்ந்தெடுப்பதில் கவனிக்க வேண்டிய பண்புகள்
(Properties to be considered in the selection of lubricants)

மசகுப்பொருள்கள், பல்வேறு வகை இயந்திரங்களுக்கு, பல்வேறு சூழ்நிலைகளில் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு இயந்திரத்திற்கும், ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக்கும் ஏற்ற மசகுப் பொருளைப் பயன் படுத்தினால்தான் இயந்திரம் திறன்பட வேலை செய்யும். தகுந்த மசகுப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்க மசகுப் பொருள்களின் சில முக்கிய பண்புகளைத்தெரிந்திருத்தல் அவசிய மாகும். மசகுப் பொருள்களின் பல் வேறு பண்புகளில் முக்கிய மானவைகளாவன :

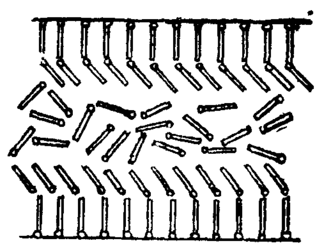
(1) எண்ணெய்த் தன்மை (oiliness)
(2) பாகியல் தன்மை (Viscosity)
(3) அடர்த்தி (Specific gravity)
(4) தீப்பற்றும் நிலை (Flash point)
(5) எரியும் நிலை (Fire point)
(6) மேக நிலை (Cloud point)
(7) ஊற்று நிலை (Pour point)
(8) கார்பன் மீதம் (Carbon residue)
(9) நீராவி பால்மம் எண் (Steam emulsion number)
(10) சோப்பாக்குதல் எண் (Saponification number)
(11) ஆக்சிஜனேற்ற உறுதி நிலை (Oxidation stability)
(12) இயந்திரத்தில் சோதித்தல் (Mechanical testing)

(1) எண்ணெய்த் தன்மை (Oiliness)

மசகுப் பொருள்களின் பண்புகளில் எண்ணெய்த் தன்மை மிக்க முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இப்பண்பினால்தான் மசகுப்

பொருள் திடப் பொருள்களின் பரப்புகளில் நன்கு ஊன்றி ஒட்டிக் கொள்கின்றது. இந்த நற் பண்பின் தன்மையால் தான், ஒரு மசகுப் பொருள், அதிக சுமையிலும் (load) குறைந்த வேகத்திலும் (speed) குறைவான உராய்வு குணகத்தைப் (coefficient of friction) பெற்றுள்ளது.

இரண்டு திட பரப்புகளுக்கிடையே அமைந்துள்ள நீர்மப் பொருளில் பல மூலக் கூறு அடுக்குகள் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். பரப்புக்கு அருகிலுள்ள மூலக் கூறுகள், பரப்புடன், வேதி அல்லது பௌதிக பிணைப்புகளால் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. மசகு மூலக் கூறுகளில் அமிலத் தொகுதி போன்ற முனைவு தொகுதிகளிருப்பின் இம்முனைகள் திடப் பொருளின் பரப்பில் நன்கு ஊன்றி வேதி பிணைப்பில் கட்டுண்டு, பரப்பின் மேல் ஒரு மூலக் கூறு அடுக்கு (layer) உருவாகின்றது. இதனை அடுத்த மூலக் கூறு அடுக்கும் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஓரளவு ஒழுங்காக அமைகின்றது. அடுத்து வரும் அடுக்குகளில் ஒழுங்கான அமைப்பு குறைந்துகொண்டே வருகின்றது.



படம் 8.

இதனை அடுத்து பாய்ம (fluid) நிலையிலுள்ள மூலக் கூறுகள் ஒழுங்கற்ற முறையில் காணப்படுகின்றது. இரண்டு திடப் பரப்புகளுக்கும் நகரும் பொழுது, பரப்புகளை அடுத்துள்ள பல மூலக்கூறு அடுக்குகளும் அதனுடன் நகருகின்றன. ஒழுங்கற்ற முறையில் இடையில் காணப்படும் மூலக் கூறு அடுக்குகள் சறுக்குப் பெயர்ச்சி திரிபுக்கு (Shearing Strain) உட்படுத்தப்பட்டும் சுமையைத் தாங்கும் படலங்களாகவும் அமைகின்றன.

மசகு, மூலக் கூறுகளில் முனைபு தொகுதிகள் இருப்பின் எண்ணெய்த் தன்மை அதிக அளவில் இருக்கும் மூலக் கூறுகளில் முனைபு தொகுதிகள் இல்லாதிருப்பின் திடப் பரப்புகளில் காணப் படும் வான்-டர்-வால் இயக்க சக்திகளால் (Vander-Waals forces) மட்டுமே மசகு மூலக் கூறுகள் திடப் பரப்புடன் இணைக்கப் படுகின்றன. வான்-டர்-வால் இயக்க சக்திகள் வேதி பிணைப்புகளை விட மிகப் பலக்குறைவாக இருப்பதால், எண்ணெய்த் தன்மையும் குறைவாக உள்ளது. பெட்ரோலியம் மசகுப் பொருள்களின் எண்ணெய்த் தன்மையை அதிகப்படுத்த அவற்றுடன், ஒலீயிக் அமிலம் (Oliec acid) போன்ற அதிக மூலக் கூறெடையுள்ள சேர்மங்கள் கலக்கப் படுகின்றன.

(உ) பாகியல் தன்மை (Viscosity)

மசகுப் பொருள்களின் எண்ணெய்த் தன்மைக்கு அடுத்த படியாக அறியப் பட வேண்டிய பண்பு அதன் பாகியல் தன்மை யாகும். பாகியல் தன்மை, பாய்ம நிலையிலுள்ள பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் நகரும் பொழுது ஏற்படும் உள் எதிர்ப்புத் திறனை அளக்கும் ஓர் அளவீடாகும்.

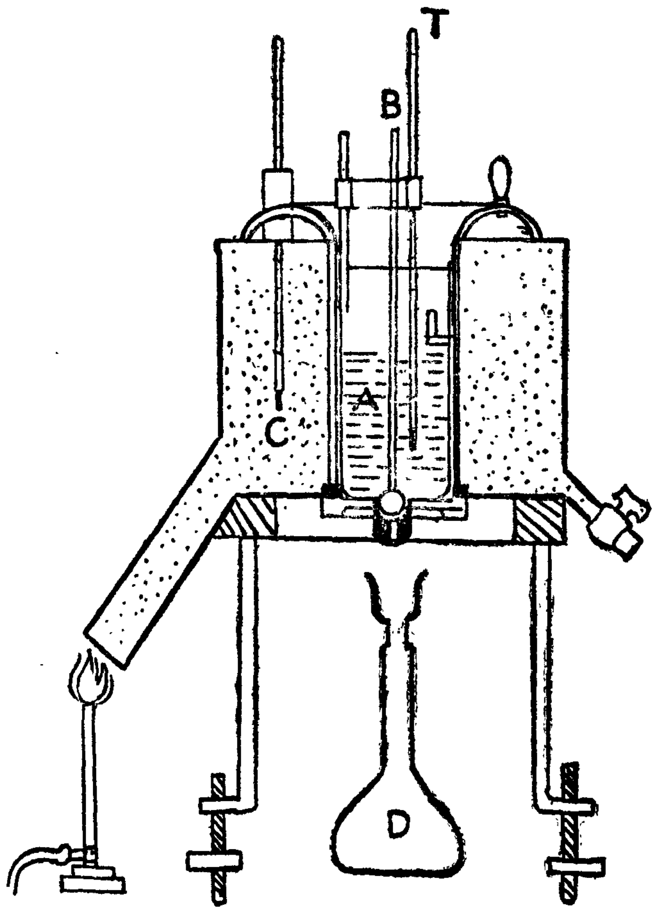
ஒரு சதுர சென்டி மீட்டர் பரப்புள்ள சமதளம், அதற்கு இணையாயுள்ள மற்றொரு சமதளத்திலிருந்து ஒரு சென்டி மீட்டர் பாய்மத்தினால் பிரித்திருக்கும் பொழுது, ஒரு செகண்டுக்கு, ஒரு சென்டி மீட்டர் நகருவதற்குத் தேவைப்படும், விசை அந்த பாய்மத்தின் பாகியல் தன்மையாகும். இதன் அலகு பாய்ஸ் (Poise) என அழைக்கப்படுகின்றது. ஒரு சதுர சென்டி மீட்டரில் ஒரு செகண்டுக்கு, ஒரு டைன் (dyne) விசையிருப்பின் அதனை ஒரு பாய்ஸ் என்கிறோம். பாய்ஸ் மிகப் பெரிய அலகாக உள்ளதால் வழக்கில் சென்டி பாய்ஸ் (.01) அலகைப் பயன்படுத்துகிறோம்.

மசகுப் பொருள்களின் பாகியல் தன்மை பாய்ஸ் அலகுகளில் அளவிடப்படுவதில்லை. மசகுப் பொருள்களின் பாகியல் தன்மை தகுந்த நியம சாதனங்களின் உதவியில் ஒப்பிடப் படுகின்றன. இவ்வித நியம சாதனங்களை பாகியல் மானி (Viscometer) என அழைக்கின்றோம். இந்த பாய்ம மானிகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீர்ம மசகுப் பொருள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. மசகுப் பொருளை ஒரு நிலையான வெப்பநிலையில் இருக்கச் செய் கின்றனர். கொள்கலத்திலுள்ள நியம துவாரத்தின் (Standard orifice) வழியாகக் குறிப்பிட்ட பருமனளவுள்ள மசகுப் பொருள் வெளியேறும் நேரம் கணக்கிடப்படுகின்றது. இந்த நேரம், பாய் மத்தின் பாகியல் தன்மையைப் பொருத்திருக்கின்றது. எனவே பாய்மங்கள் வெளியேறும் நேரங்களைச் செகண்டு அலகுகளில் கண்டு பிடித்து அவற்றை ஒப்பிட்டால், அதுவே அந்த பாய்மங் களின் பாகியல் தன்மைகளை ஒப்பிடுவதற்குச் சமமாக இருக்கும். தொழிற் துறையில் ரெட் உட்பாகியல் மானியும் (Red-wood Viscometer) சேபோல்ட் பாகியல் மானியும் பயன்படுத்தப்படு கின்றன.

ரெட் உட் பாகியல் மானியில் நெ. 1 என்றும், நெ. 2 என்றும் இரு வகைகள் உண்டு. நெ. 1 பாகியல் மானியில் நியம துவாரம் சிறியதாக உள்ளது. கொள்கலத்தில், எடுத்துக் கொள்ளும் மசகு எண்ணெய் அதனை சூழ்ந்துள்ள வெளிகலத்திலுள்ள நீர்மப் பொருளால் வேண்டிய நிலையான வெப்ப நிலையில் வைத்திருக்கப்

படுகின்றது. நெ. 2 பாகியல் மானியில் நியம துவாரம் பெரியதாக உள்ளது. மேலும் கொள்கலத்திலுள்ள மசகு எண்ணெய் கீழ்ப் புறத்திலிருந்தும் வெப்பப் படுத்தப்படுகின்றது. இது அதிக பாகியில் உள்ள மசகுப் பொருள்களின் பாகியியல்களை ஒப்பிட பயன்படுகிறது.

பொதுவாக நெ. 1 ரெட் உட் பாகியல் மானிதான் தொழிற் துறையில் பயன் படுத்தப்படுகிறது இதன் கொள் கலனில் (A)



படம் 9.

குறிப்பிட்ட அளவு மசகு எண்ணெய் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகின்றது கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள (B) சிறு குண்டினால்

நியம துவாரம் அடைக்கப்பட்டுள்ளது. வெளி கலத்தில் (C) தகுந்த நீர்மப் பொருளை எடுத்துக் கொண்டு வெப்பப்படுத்தப் படுகின்றது.

தகுந்த வெப்ப நிலையை அடைந்தவுடன் நியம துவாரம் திறக்கப்படுகின்றது. நியம துவாரத்தின் கீழ் அமைக்கபபட்டுள்ள அளவு கலனில் (D) 50 கன சென்டி மீட்டர் மசகு எண்ணெய் நிரம்ப ஆகும் நேரம் துல்லியமாகக் கண்டறியப்படுகின்றது. மசகுப் பொருளின் பாகியில் "x செகண்டுகள், t°C வெப்பநிலையில்' எனக் குறிப்பிடப் படுகின்றது.

சே போல்ட் பாகியில் மானியும், இது போன்ற அமைப்பே உள்ளது. இதில் 60 கன சென்டி மீட்டர் மசகுப் பொருள், நியம துவாரத்தின் வழியாக வெளியேற எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் கண்டறியப் படுகின்றது.

(3) அடர்த்தி (Specific gravity)

மசகுப் பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி, அதன் சுற்றுப் புறமுள்ள பொருள்களின் அடர்த்தியைவிட அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுது தான் மசகுப் பொருள் அது இருக்க வேண்டிய இடத்தில் நிலையாகத் தங்கி, திறம்பட செயல்படும்.

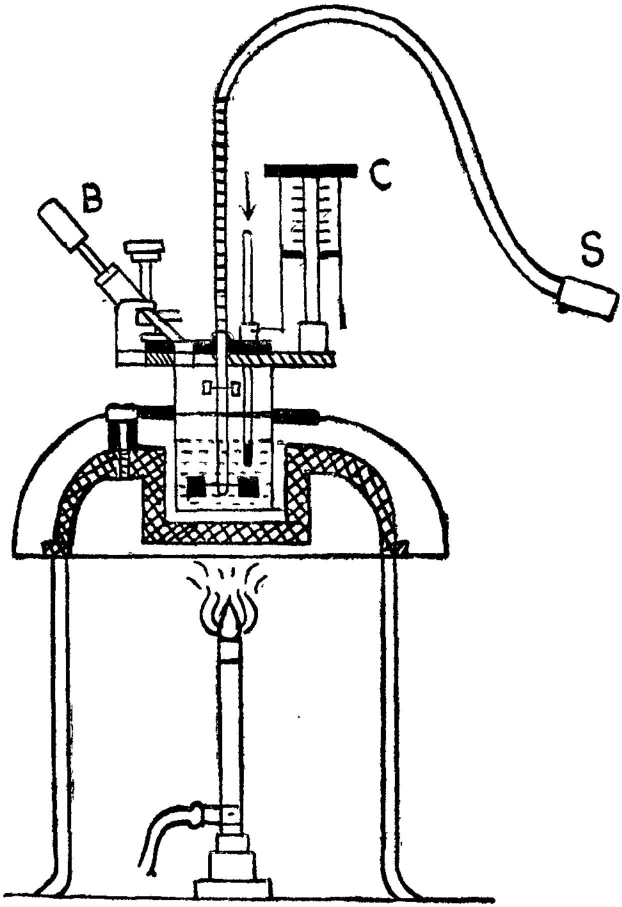
மசகுப் பொருள்களின் உண்மையான ஒப்பு அடர்த்தி பொதுவாகக் குறிப்பிடப்படுவதில்லை. அதற்குப்பதிலாக, ஓர் ஒத்த அளவு கோலில் குறிப்பிடப்படுகின்றது. இந்த ஒத்த அளவு கோலுக்கு A. P. I. (American Petroleum Institute) அளவு கோல் எனப்பெயர்.

A. P. I அளவுகோலில் மசகுப் பொருள் அடர்த்தி $= \dfrac{141 \cdot 5}{\text{மசகுப்பொருள்களின் உண்மையான அடர்த்தி } (60^\circ F\text{-ல்})} - 135$

(4) தீப்பற்றும் நிலை (Flash Point)

எந்த குறைந்த வெப்ப நிலையில், மசகுப் பொருளிலிருந்து தொடர்ந்து வெளிவரும் ஆவி, மசகுப் பொருளின் மீது செலுத்தப் படும் சுடரினால் தீப் பற்றுகிறதோ அதுவே அந்த மசகுப் பொருளின் தீப்பற்றும் நிலையென வரையறுக்கலாம். தீப்பற்றும் நிலை பென்ஸ்கி மார்டின் சாதனத்தினால் (Penskey-Martins apparatus) அறியப் படுகின்றது.

இச்சாதனத்திலுள்ள கொள்கலனில் அதில் குறிப்பிட்ட அளவு வரையிலும், மசகு எண்ணெய் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. மசகு எண்ணெய் கலக்கியினுல் (S) நன்கு கலக்கப்பட்டுத் தொடர்ந்து வெப்பப் படுத்தப்படுகின்றது. கொள் கலனின்



படம் 10.

மூடியில் நான்கு துளைகள் காணப்படுகின்றன. ஒரு திருகை (C.) திறப்பதன் மூலம், இத்துளைகளைத் திறக்கவும், மூடவும் முடிகிறது துளைகளின் மேற்புறத்தில் ஒரு சிறிய எரி கருவியுள்ளது.

மசகு எண்ணெய் தொடர்ந்து வெப்பப்படுத்தும் பொழுது, அடிக்கடி திருகை (C) திருப்பி ஆவியை, சிறிய எரி கருவி எரிந்து

கொண்டிருக்கும் சுவாலையுடன் தொடர்புறச் செய்ய வேண்டும். எந்த வெப்ப நிலையில் ஆவி தீப்பற்றுகின்றதோ அதுவே மசகுப் பொருளின் தீப்பற்றும் நிலையாகும்.

ஒரு பொருளின் தீப்பற்றும் நிலைக்கும் மசகுத் தன்மைக்கும் நேரடி சம்பந்தம் இல்லை. ஆனால் தீப்பற்றும் நிலையை அறிவதன் மூலம் குறிப்பிட்ட மசகுப் பொருளை எந்த வெப்ப நிலைக்குக் கீழ் உபயோகப்படுத்த முடியுமென அறியப்படுகின்றது. பொதுவாக தீப்பற்றும் நிலைக்கு சுமார் 10°F குறைவான வெப்ப நிலை வரைக்கும் ஒரு மசகுப் பொருளை ஆபத்தின்றி பயன் படுத்த முடியும்.

(5) எரியும் நிலை (Fire Point)

மசகுப் பொருளின் ஆவி எந்த குறைந்த வெப்ப நிலையில் தொடர்ந்து 5 செகண்டுகள் எரிகின்றதோ அதுவே அந்த மசகுப் பொருளின் எரியும் நிலையென வரையறுக்கலாம். எரியும் நிலையும் பென்ஸ்கி–மார்டின் சாதனத்தைப் பயன்படுத்தி கண்டறியப் படுகின்றது.

கொள் கலத்திலுள்ள மசகுப் பொருளை தொடர்ந்து நிமிடத் திற்கு 5°F வீதம் வெப்பப்படுத்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு 30 செகண்டிலும் சிறிய எரி சாதனத்திலிருந்து பெறப்படும் சுவாலை துவாரங்களின் வழியே வெளியேறும் மசகுப் பொருளின் ஆவியுடன் தொடர்புறச் செய்தல் வேண்டும். ஆவி தீப்பற்றும் நிலை அடைந்த வுடன் பின் மேலும் தொடர்ந்து வெப்பப்படுத்தினால், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் தீப்பற்றிய ஆவி தொடர்ந்து 5 செகண்டுகள் எரியும். இந்த வெப்ப நிலையே மசகுப் பொருளின் எரியும் வெப்பநிலையென அறியலாம்.

மசகுப் பொருளின் எரியும் வெப்ப நிலைக்கும், அதன் மசகுத் தன்மைக்கும், நேரடித் தொடர்பு கிடையாது. எந்த பொருளின் தீப்பற்றும் நிலையும், எரியும் நிலையும் மிக அதிமாக உள்ளதோ, அந்த மசகுப் பொருளை காற்று அமுக்கிகளில் (air compressors) பயன் படுத்தும் பொழுது, தூண்டப் படாமல் தானாகவே எரிதலும், (spontaneous combustion) வெடித்தலும் நிகழ்வதில்லை என நம்பப்பட்டது. ஆனால் சமீப காலத்து ஆராய்ச்சியின் பயனாக, மசகுப் பொருளின் தானாகவே எரியும் தன்மையும், அதன் எரியும் நிலையுடன் தொடர்பில்லாதது நிரூபிக்கப்பட்டுவிட்டது. இருந்த போதிலும், ஒரு மசகுப் பொருளை, அதன் தீப்பற்றும் நிலை, எரியும் நிலை இவற்றிற்குச்சுமார் 10°F வெப்பநிலை குறைவான நிலையில்தான் பயன்படுத்த வேண்டும்.

(6) மேகநிலை எண் (Cloud Point)

மசகு எண்ணெயை ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் குளிரச் செய்தால், எந்த வெப்ப நிலையில் அதன் ஒளி புகக் கூடிய தன்மை குறைந்து, மேகங்கள் சூழ்ந்துள்ளது போன்ற தோற்றம் தென் படுகின்றதோ, அந்த வெப்பநிலையே, மசகுப் பொருளின் **மேக நிலை** என அழைக்கப் படுகின்றது.

பெரும்பாலான மசகு எண்ணெய்ப் பொருள்களில் மெழுகு சிறிதளவு கரைந்துள்ளது. இந்த மாசுப் பொருள், மசகு எண்ணெயிலிருந்து பிரிந்து திடப்பொருளாக, சிறு படிகங்களாக, வீழ்படிவாக பிரியும் வெப்பநிலையைத் தான் மேக நிலை குறிக்கின்றது.

மசகு எண்ணெய், உறைதல் வெப்பநிலையை (freezing point) அடையும் பொழுதும் சிறு படிகங்கள் தோன்றுவதாலும் மேகங்கள் சூழ்ந்துள்ளது போன்ற தோற்றம் காணப்படுகிறது. இதுவும் மசகுப் பொருளின் மேக நிலையென அழைக்கப்படுகின்றது.

மசகு எண்ணெய், ஒரு நியம கண்ணாடி சோதனை ஜாடியில் (Standard testing jar) குறியீட்டு அளவு வரை எடுத்துக் கொண்டு அதனைச் சுற்றிலும் உறை கலவை (freezing mixture) வைக்கப் படுகின்றது. ஒரு வெப்பமானி, சோதனை ஜாடியில் பொருத்தப் படுகின்றது. ஒவ்வொரு டிகிரி வெப்ப நிலை குறைவுக்கும், ஜாடி வெளியில் எடுக்கப்பட்டு, ஒளி புகுத்தன்மை எவ்வாறுள்ளதென கண்டறியப் படுகின்றது. தொடர்ந்து இச்சோதனையைச் செய்து மேகநிலை கண்டறியப் படுகின்றது.

மேகநிலை, மசகு எண்ணெயில் திடப் பொருள், சிறு படிகங் களாகத் தோன்ற ஆரம்பிக்கும் வெப்ப நிலையைக் குறிக்கின்றது. திடப்பொருள் நீர்மப் பொருளில் தோன்ற ஆரம்பித்தவுடன் நீர்மத்தின் பாய்மத் தன்மை (fluidity) குறைகின்றது. இக் காரணத்தால் மசகுத் தன்மையும் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

(7) ஊற்று நிலை (Pour Point)

மசகுப் பொருளைத் தொடர்ந்து குளிரச் செய்யும் பொழுது அதனுடைய பாய்மத் தன்மை குறைந்து கொண்டே செல்கின்றது. எந்த வெப்ப நிலையில், மசகு எண்ணெய் முற்றிலும் பாய்மத் தன்மையை இழந்து நீர்மமாக ஊற்ற முடியாத நிலையை அடை கின்றதோ அதுவே அந்த மசகுப் பொருளின் **ஊற்று நிலையாகும்**.

மேக நிலையைக் கண்டறியச் செய்த சோதனை தொடர்ந்து செய்யப்படுகின்றது. மேக நிலையை அடைந்த பிறகு, ஒவ்வொரு 3°F வெப்ப நிலை குறைவுக்கும் மசகு எண்ணெய் உள்ள ஜாடியை வெளியில் எடுத்துச் சிறிது சாய்த்துப் பார்க்கப்படுகின்றது. ஜாடி கிடைத் தளத்திலிருந்தாலும் எந்த வெப்ப நிலையில், மசகுப் பொருள் பாய்மத் தன்மையை இழக்கின்றதோ, அந்த வெப்பநிலை கண்டறியப்படுகின்றது.

ஊற்று நிலையை அடைந்த பிறகு மசகுப் பொருள் புவி ஈர்ப்பினால் (gravity) இயந்திரங்களில் செலுத்த முடியாது. மேலும் இந்த வெப்ப நிலையில் மசகுப் பொருள், பாய்மத் தன்மையை முற்றிலும் இழந்து விடுவதால் அது நீர்ம மசகுப் பொருளாகச் செயல்பட முடியாது.

(8) கார்பன் மீதம் (Carbon residue)

தொழிற் துறையில் பயன்படும் மிகப் பெரும்பாலான மசகுப் பொருள்கள் கரிமப் பொருள்களாக உள்ளன. இவற்றில் கார்பன் ஒரு முக்கிய தனிமமாகவும், அதிக சத வீதத்திலும் உள்ளது. காற்று அமுக்கிகளிலும் உள் எரி இயந்திரங்களிலும் (internal combustion engines) பயன்படுத்தப்படும் மசகுப் பொருள் பெரும் வெப்ப மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. மசகுப் பொருள்கள் அதிக வெப்ப நிலையில் ஆவியாக மாறியும், வெப்ப சிதைவடைந்தும், பல்வேறு பௌதிக வேதி மாற்றங்களுக்கும் உட்படுகின்றன. இவ் வினைகளால் மசகுப் பொருள்கள் சிதை வடைந்து கார்பன் தங்கிவிடுகின்றது. இந்தக் கார்பன் சத வீதமே மசகுப் பொருளின் கார்பன் மீதம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

கார்பன் மீதம், கான்ராட்சன் (conradson's apparatus) சாதனத்தைப் பயன்படுத்தியும், ராம்ஸ் பாட்டம் (Rams bottom) முறையிலும் கண்டறியப்படுகின்றது.

கான்ராட்சன் சாதனத்திலுள்ள, பீங்கான் மூசையில் துல்லிய மாக எடை அறியப்பட்ட மசகுப் பொருள் எடுத்துக்கொள்ளப் படுகிறது. பீங்கான் மூசை ஒரு இரும்பு மூசையினுள் பொருத்தி சுமார் 700°C வெப்ப நிலையில் 20 நிமிடங்களுக்கு வெப்பப் படுத்தப் படுகின்றது. பிறகு குளிரச் செய்து மூசையில் படிந்திருக்கும் கார்பனின் எடை துல்லியமாகக் கண்டறியப்படுகின்றது. இச் சோதனையில் கண்டறியப்படும் எஞ்சியுள்ள பொருளை எடுத்துக் கொண்ட பொருளின் சதவீதத்தில் கணக்கிட்டு, மசகுப் பொருளின் கார்பன் மீதம் கணக்கிடப்படுகிறது.

ராம்ஸ் பாட்டம் முறையில் சுமார் 4 கிராம் மசகுப் பொருளின் எடை மிகத் துல்லியமாகக்காணப்படுகிறது. சுமார் 25 மி. மீ குறுக்களவும், 57 மி. மீ நீளமுள்ள ஒரு கடின கண்ணுடிக் குழலில் இந்த மசகுப் பொருளை எடுத்துக் கொண்டு, சுமார் 20 நிமிடங்களுக்கு 550°C வெப்ப நிலையில் வைத்திருக்கப் படுகின்றது. பின் குளிரச் செய்து எஞ்சியுள்ள பொருளின் எடை துல்லியமாகக் கண்டறியப்படுகிறது. கார்பன் மீதம் முன்போலவே கணக்கிடப் பட்டு, சதவீதத்தில் குறிக்கப்படுகின்றது.

சாதாரண வெப்ப நிலையில் பயன்படுத்தப்படும், மசகுப் பொருள்களுக்கு கார்பன் மீதம் கண்டறிய வேண்டுவதில்லை.

(9) **நீராவி பால்மம் எண்** (Steam emulsion number)

மசகுப் பொருள்கள் எண்ணெய்களாக இருப்பதால் அவைகள், நீருடன் வினையுற்று பால்மம் (emulsion) தருகின்றன. பால்மம் எளிதில், பிற மாசுப் பொருட்களை ஈர்க்கும் சக்தியைப் பெற்று உள்ளது. மசகுப் பொருள் பால்மமாக மாறினுல் அதன் சுற்றுப் புறமுள்ள நுண்ணிய தூசுகளையும் திடப் பொருள்களையும் தன்பால் ஈர்த்து, இயந்திரங்களின் பாகங்கள், அதிக அளவில் சேதமடைவதற்குத் தக்க சூழ் நிலையை உருவாக்குகின்றது.

நீராவி, மசகு எண்ணெயினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் செலுத்தப் படுகின்றது. இவ்வினையில் கிடைக்கப் பெற்ற பால்மம் முறைவடைந்து (demlsification) நீராகவும், மசகுப் பொருளாகவும் பிரிந்து நிற்க எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தைச்செகண்டு அலகுகளில் கண்டறியப்படுகின்றது. இந்த எண்ணே, அந்த மசகுப் பொருளின் **நீராவி பால்ம எண்** என அழைக்கப் படுகின்றது.

சாதாரண இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படும் மசகுப் பொருள்களுக்கு, நீராவி பால்ம எண் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுதுதான், ஏதாவது ஒரு சூழ் நிலையில் பால்மமாக மாறினுலும், அது எளிதில் பால்ம முறிவடைந்து, பால்ம தோற்றத்தினுல் ஏற்படக் கூடிய தீமைகள் குறைகின்றன.

ஆனுல், நீராவி உருளை (Steam cylinder) களில் பயன்படும் மசகு எண்ணெய்களுக்கும், வெட்டும் இயந்திரங்களில் பயன் படுத்தப்படும், நீருடன் கலக்கும் மசகுப் பொருள்களுக்கும், அதிக அளவில் நீராவி பால்ம எண் இருத்தல் அவசியம். பொதுவாக நீருடன் கலந்து பயன்படுத்தப்படும் மசகு எண்ணெய்களின் நீராவி பால்ம எண் அதிகமாயிருப்பது நலம்,

(10) சோப்பாக்குதல் எண் (Saponification number)

பெரும்பாலான மசகு எண்ணெய்களில், மிகச் சிறிய அளவு தாவர எண்ணெய்கள் கலக்கப்படுகின்றன. தாவர எண்ணெய்கள் வேதி இயைபில், எஸ்டர்களாகையால், அவை காரத்துடன் விணையுற்றுச்சோப்பாக மாறுகின்றது.

சுமார் 5 கிராம் மசகு எண்ணெயின் எடை துல்லியமாகக் கண்டறியப் படுகிறது. இதனை 50 மி.லி. நார்மல் பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு, ஆல்கஹால் கரைசலுடன் ஒரு மணி நேரம் கொதிக்க வைத்த பின் எஞ்சியுள்ள பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைல் தரம் பார்த்தல் விணையால் கண்டறியப் படுகிறது. ஒரு கிராம் மசகுப்பொருளிலுள்ள தாவர எண்ணெய், சோப்பாக மாறுவதற்குத் தேவைப்படும் பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடை மில்லி கிராமில் கணக்கிடுதல் வேண்டும். இந்த எண்ணே மசகுப் பொருளின் சோப்பாக்குதல் எண்ணாகும்.

மசகுப் பொருளின் சோப்பாக்குதல் எண் அதிகமாயிருப் பின் அதில் தாவர எண்ணெய் அதிக அளவில் உள்ளதாகக் கருதலாம். தாவர எண்ணெயில், முணைபு மூலக் கூறுகள் இருத் தலால், மசகுப் பொருளின் எண்ணெய்த் தன்மை அதிகமாக இருக்கும். எனவே மசகுப் பொருளின் சோப்பாக்குதல் எண் ணும், எண்ணெய்த் தன்மையும் நேர் விகிதத்தில் அமைவதாகக் கொள்ளலாம்.

(11) ஆக்சிஜனேற்ற உறுதி நிலை (Oxidation stability)

பெரும்பாலான மசகுப் பொருள்கள் சாதாரண வெப்ப நிலை யில் மிக மெதுவாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றது. வெப்ப நிலை 100°Cக்கு மேலிருக்கும் பொழுது துரித ஆக்சிஜனேற்றமடைகின் றது. மசகுப்பொருள், செயல்படுகையில், சிறு உலோகத்துகள்கள் அதனுடன் கலக்கின்றன. உலோகத்துகள்கள் ஆக்சிஜனேற்ற விணைக்குச்சிறந்த விணை வேக மாற்றியாக அமைவதால், அச் சூழ்நிலையில் மசகுப் பொருள் மிகத் தீவிரமான ஆக்சிஜனேற்ற மடைகின்றது.

ஆக்சிஜனேற்ற மடைந்த பொருள்கள் மெழுகுத் தன்மையாக உள்ளதால், மசகுத் தன்மை பெருமளவில் பாதிக்கப்படுகின்றது. மசகுப் பொருளின் ஆக்சிஜனேற்ற உறுதி நிலையைக் கண்டறிய சிலைக் (Sligh) ஆக்சிஜனேற்ற சோதணை செய்யப்படுகின்றது.

இச்சோதனையில் 10 கிராம் மசகு எண்ணெயை, இச்சோதனைக்கான சிறப்புக் குடுவையில் எடுத்துக்கொண்டு, எண்ணெய்க்கு மேலுள்ள காற்றை நீக்கி, ஆக்சிஜனால் நிரப்பப்படுகின்றது. குடுவை சுமார் 2½மணி அளவுக்கு சுமார் 200°Cவெப்ப நிலையில் வைத்திருக்கப் படுகின்றது. பின் குடுவையைக் குளிரச் செய்து, அதிலுள்ள பொருள்களைப் பெட்ரோலியம் நாப்தாவுடன் நன்கு கலக்கப்படுகின்றது. இவ்வினையில் வீழ்படிவாகக் கிடைக்கும் பொருளைப் பிரித்தெடுத்து, உலர்த்தி அதன் எடை கண்டறியப் படுகின்றது. எடுத்துக் கொண்ட மசகுப் பொருளின் அளவுக்கு வீழ்படிவாகக் கிடைத்த பொருளின் சதவீதம் கணக்கிடப்படுகின்றது. இந்த சதவீதத்தை 100 ஆல் பெருக்கிக் கிடைக்கும் எண் **சிலேக் ஆக்சிஜனேற்ற எண்** என அழைக்கப்படுகின்றது.

சிறந்த மசகுப் பொருளுக்கு சிலேக் ஆக்சிஜனேற்ற எண் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுதுதான் அது ஆக்சிஜனேற்றமடையாமல், உறுதி நிலையிலிருக்குமெனக் கொள்ளலாம்.

(12) இயந்திரத்தில் சோதித்தல் (Mechanical testing)

மசகுப்பொருளின் பல பௌதிக வேதிப் பண்புகள் தெரிந்திருந்தாலும், ஒரு குறிப்பிட்ட இயந்திரத்தில் அது திறன்பட பயன்படுமா, அல்லது பயன்படாதா என்பது இச்சோதனையினால் அறியப் படுகின்றது. மசகுப் பொருள்களின், உராய்வு எதிர்ப்புத் தன்மை, பாரம் தாங்கல் கூடிய தன்மை திருக்கம் (Torque) போன்ற பண்புகளை தக்க சூழ்நிலைகளில் கண்டறிய பல வேறு சோதனை இயந்திரங்கள் உள்ளன. கொடுக்கப்பட்டுள்ள இயந்திரத்திலுள்ள சூழ்நிலைக்கேற்ப இந்த சோதனை இயந்திரங்களை அமைத்து, மசகுப் பொருள் இவற்றில் சோதிக்கப்படுகின்றது. இவ்வகை சோதனைகளினால், மசகுப் பொருள்களிடையேயுள்ள திறன்களை ஒப்பிட்டுப்பார்க்க முடியும்.

சேர்மானப் பொருள்கள் (Additives)

மசகுப் பொருள்களின் பண்புகளை மாற்றுவதற்காக அதனுடன் சேர்க்கப்படும் பொருள்களுக்குச் **சேர்மானப்பொருள்கள்** எனப் பெயர். சில சமயங்களில் ஒரு சேர்மான பொருளைச் சேர்ப்பதன் மூலம் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல பண்புகளை மாற்றி அமைக்க முடிகின்றது இதுபற்றி ஆராய்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றது. பல் வேறு சேர்மான பொருள்கள் வியாபார இரகசியங்களாக (Commercial secrets) காப்பாற்றப்படுகின்றன.

மசகுப் பொருளின் எண்ணெய்த் தன்மையை உயர்ந்த தாவர எண்ணெய்கள் சிறிதளவு கலக்கப்படுகின்றன. மிக அதிக அழுத்

தத்தில் செயல்பட வேண்டிய மசகுப் பொருள்களுக்கு உலோக சோப்புகள், குளோரின், சல்ஃபர்; பாஸ்பரஸ் சேர்மங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

அதிக மூலக் கூறெடையுள்ள கரிமச் சேர்மங்கள், மசகுப் பொருளின் பாகியியலே அதிகரிக்கும் பொருட்டுச் சேர்க்கப்படுகின் றன. இச்சேர்மங்களைச் சேர்ப்பதால், வெப்ப மாற்றத்தினுல், பாகி யில் மாறுதலடைவதும் குறைகின்றது.

டனுல், அமினே சேர்மங்கள் போன்ற பொருள்களை மசகுப் பொருள்களுடன் கலப்பதால், ஆக்சிஜனேற்றம் வெகுவாக குறைக் கப்படுகின்றது. உள்ளெரி இயந்திரங்கள், காற்று அமுக்கிகள் போன்ற சாதனங்களில் பயன்படும் மசகுப் பொருள்களின் ஆக்சி ஜனேற்ற பண்பு இவ்வகையில் குறைக்கப்படுகின்றது.

மசகுப் பொருள் சிதைவடைவதாலும், பால்மமாக மாறுவதா லும், மசகுப் பொருள் சூழ்ந்துள்ள உலோக பாகங்கள் அரிமானம் அடையலாம். சில கரிம உலோக சேர்மங்களை மசகுப் பொருள் களுடன் கலப்பதால் இவ்வித அரிமானம் தடுக்கப்படுகின்றது.

மேக நிலையையும், ஊற்று நிலையையும் குறைப்பதற்கு நாஃப் தலீன், பீனுல், குளோரின் ஏற்றமடைந்த மெழுகுப் பொருள்கள் கலக்கப்படுகின்றன.

மசகுப் பொருளிலிருந்து பிரிகையடையும் கார்பன்அணுக்கள் உள் எரி இயந்திரங்களின் உருளை தலைகளிலும், உந்து தண்டுகளி லும் படியாமல் இருப்பதற்கும், கார்பன் மீதத்தைக் குறைக்கும் பொருட்டும், மிக அதிக நீள மூலக்கூறுகளையுடைய கார்பன் சேர்மங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

இவ்வாறு மசகுப் பொருளுடன் சிறிய அளவில் பல் வேறு கரிமப் பொருள்களும், கரிம உலோகப் பொருள்களும் சேர்க்கப் பட்டால், அதற்கு கலப்புமசகுப்பொருள் (Compounded lubricant) எனப்பெயர்.

கட்டி கூழும், கிரீசும் (Gets and greases)

அதிக பாரம் தாங்கும் அச்சுகளிலுல், மெதுவாக நகரும் சக்க ரங்களுக்கும், தொடர்ந்து இயங்காது, விட்டு விட்டு இயங்கும் இயந் திரங்களுக்கும், நீர்ம மசகுப் பொருள்கள் நன்கு செயல்பட முடிவ தில்லை. இச்சூழ்நிலைகளில் நீர்ம மசகுப் பொருள் தானிருக்க

வேண்டிய இடத்திலிருந்து விலகி விடுகின்றது. இதனைத் தவிர்க்க கட்டிக் கூழ் நிலையிலுள்ள மசகுப் பொருள்களும், கிரீசு என அழைக்கப்படும், திட நீர்ம நிலைகளுக்கு நடு நிலையிலிருக்கும் மசகுப்பொருள்களும், பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தாங்கிகளை, தூசு, ஈரம் முதலிய மாசுப் பொருள்களிலிருந்து காக்கும் பொருட்டும், நன்கு மூடப்பட்டுள்ள அமைப்புகளிலும், கிரீசு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கிரீசு நீர்ம-திடப் பொருள்களுக்கு இடையான நிலையிலுள்ளதால், இதன் உராய்பு எதிர்ப்புச் சக்தி குறைவாக உள்ளது. பொருள்களின் தேய்மானமும் சற்று அதிகமாக இருக்கும். ஆனால் இவ்வகை மசகுப் பொருள்களை இயந்திரங்களுக்குப் பயன் படுத்தும் பொழுது அடிக்கடி கவனம் செலுத்த வேண்டியதில்லை.

பெட்ரோலியம் மசகுப் பொருள்களுடன், சோடியம், கால்சியம், லித்தியம், அலுமினியம் சோப்புகளைக் கலந்து கிரீசு செய்யப் படுகின்றது. சோப்பு, மசகுப் பொருளுக்கு திடத்தன்மையைக் கொடுப்பதுடன், அது இயந்திரங்களின் உலோகங்களுடன் நன்கு ஒட்டிக் கொள்ளவும் உதவுகின்றது. சோப்பின் தன்மையைப் பொருத்து கிரீஸின் திடத்தன்மை, நீரை பெருக்கும் பண்பு, ஆக்சிஜனேற்றத்தை எதிர்க்கும் பண்பு, உபயோகப்படுத்தக் கூடிய வெப்பநிலை, முதலியவை அமைகின்றன கிரீசின் மசகுத் தன்மை பெரும்பாலும் அதிலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருளைச் சார்ந்துள்ளது. அதிக அழுத்தத்திலும், குறைந்த வேகத்திலும் இயங்கும் இயந்திரங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் கிரீசு அதிக பாகியியல் கொண்ட எண்ணெய்ப் பொருளிலிருந்து செய்யப்படுகின்றது. எனவே ஒரு இயந்திரத்தில் பயன்படுத்தப்படும், கிரீசில் எத்தன்மையான பொருள்கள் கலந்திருக்க வேண்டுமென்பது இயந்திரத்தின் தன்மையைப் பொருத்துள்ளது.

கிரீசின் விறைப்புத் தன்மை (Stiffness) ஊடுருவல் சோதனை (Penetration test) மூலம் அறியப்படுகின்றது. இச் சோதனையில் ஒரு குறிப்பிட்ட எடையும், பரிமாணமும் உள்ள உலோகக் கூம்பு ஒருகுறிப்பிட்ட உயரத்திலிருந்து கிரீசின்மேல் விழச் செய்கின்றனர். கூம்பு எவ்வளவு தூரம் கிரீசில் ஊடுருவிச் சென்றுள்ளதென்பது மில்லி மீட்டர் அளவில் கண்டறியப்படுகின்றது. இச் சோதனை, கிரீசின் மசகுத் தன்மையைத் தெரியப்படுத்தாவிடிலும், எம்முறையில் கிரீசை, அது இருக்க வேண்டிய இடத்திற்குச் செலுத்த முடியுமென்பதை அறிய உதவுகின்றது.

கிரீசு எந்த வெப்பநிலையில், உருகி, நீர்ம திவலைகளாக விழுகின்றதோ அதனை **கிரீசின் வீழ்ச்சி நிலை** (dropping point) என அழைக்கப்படுகின்றது. மூசை போன்ற வடிவமுள்ள ஒரு சாதனத்தில் கிரீசு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. அதன் அடிப் பாகத்தில் ஒரு சிறு துவாரம் உள்ளது. மூசையினுள் ஒரு வெப்பமானியைப் பொருத்தி மூசை வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றது. எந்த வெப்ப நிலையில், துவாரத்தின் வழியாக கிரீசு ஒழுகுகின்றதோ அதுவே கிரீசின் வீழ்ச்சி நிலையைக் குறிக்கின்றது.

கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுடன், தாவர எண்ணெய், அல்லது பிராணி கொழுப்பு கலந்து, கலவையைச் சோப்பாக மாறும் வரை கொதிக்க வைக்கின்றனர். இத்துடன் பெட்ரோலியம் பின்னத்தை தகுந்த அளவில் கலந்து கால்சியம் கிரீசு செய்யப் படுகின்றது. இது மிகவும் மலிவானதாகும். இதனை கிண்ண கிரீசு (cup grease) எனவும் அழைப்பதுண்டு. கால்சியம்சோப்பு, நீரில் கரையாதாகையால்,இவ்வகை கிரீசுகள் நீர் வெறுக்கும் பண்பையும் பெற்றுள்ளன.

திட மசகுப் பொருள்கள் (Solid lubricants)

நீர்ம, அல்லது திட நிலைக்கும் நீர்ம நிலைக்கும் நடுப்பட்ட நிலையிலுள்ள, மசகுப்பொருள்களை பயன்படுத்த முடியாத நிலையில் தான் திட மசகுப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக மின் திசை மாற்றிகள் (Commutators) மின்உற்பத்தி செய்யும் சாதனங்கள் (generators) மின் மோட்டார்கள் போன்றவைகளில் திடமசகுப் பொருள்கள் உபயோகப் படுத்தப் படுகின்றன.

திட மசகுப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்களின் படிகங்கள் அடுக்குகள் அமைப்புள்ளதாக இருக்கின்றன. அடுக்குகளிலுள்ள அணுக்களிடையே பலமான இணைப்புகளும், அடுக்குகளுக்கிடையே பலமற்ற இணைப்புகளும் காணப்படுகின்றன. இக்காரணத்தால் அடுக்குகளுக்கு இணையான தளத்தில் படிகங்களைப் பிரிக்க மிகச்சிறிய அளவிலேயே விசை தேவைப் படுகின்றது. ஒரு அடுக்கு மற்றொரு அடுக்கின்மேல் சுலபமாக நகருகின்றது. பொதுவாக திடமசகுப்பொருள்களுடன் சிறிதளவு கரிமப் பொருட்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவைகள் திடப் பொருள்களின் புற பரப்புகளில் மசகுப்பொருள்கள் ஒட்டிக் கொள்ள உதவுகின்றன.

கிராஃபைட் பெருமளவில் திடமசகுப்பொருளாகப் பயன்படுத் தப்படுகின்றது. இயற்கையில் கிடைக்கும் கிராஃபைட் அடுக்கு

களுள்ள படிகங்களாகக் கிடைக்கின்றன. இவற்றை நன்குபொடி செய்து, தூள் கிராஃபைட் திட மசகுப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

சில சமயங்களில் கிராஃபைட் துகள்களுடன் நீர் அல்லது எண்ணெய் கலந்து திடமசகுப் பொருளைப்பாகும நிலையில் பயன் படுத்துகின்றனர். உள் எரி இயந்திரங்களில் எண்ணெய் பாகும மசகுப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. உந்து தண்டு வளையத்திற் கும், உருளைக்கும் இடைவெளியில்லாமலிருக்கச் செய்யவும், அதே சமயம் உந்து தண்டு உருளையும் நன்கு செயல்பட சிறந்த மசகுப் பொருளாகவும், இது பயன்படுகிறது. இதனுல் உருளையில் அமுக் கம் (Compression) அதிக அளவில் கிடைக்கின்றது. எண்ணெய்ப் பொருள்களைப் பயன்படுத்த முடியாத சாதனங்களில் நீர் பாகும மசகுப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

திட கிராஃபைட், வார்ப்பிரும்பு தாங்கிகளில் மசகுப் பொரு ளாகப் பயன்படுகிறது. இது தாங்கிகளின் புறப்பரப்பிலுள்ள பள்ளங்களை நிரப்பி, மேடு பள்ளங்கள் இல்லாமல் வழவழப்பான சமதளமாக மாற்றுகின்றது. கிராஃபைட்டை உலோகக் கலவை யுடன் கலந்தும், தாங்கிகள் மசகுத் தன்மையைப் பெறச் செய் கின்றனர். சிலவகை கிரீசுகளில் கிராஃபைட் சேர்க்கப்படுகின்றது.

கிராஃபைட் சுமார் 375°C வெப்பநிலை வரையிலும் நிலையாக உள்ளது. இந்தவெப்பநிலையை அதிகரித்தால்,கிராஃபைட் காற் றில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றது. காற்றில்லாத சூழ்நிலையில் கிராஃபைட் மிக அதிக வெப்பநிலை வரையிலும் மசகுப் பொருளா கப்பயன்படுத்தலாம்.

மாலிபிடினியம் சல்ஃபைடு ஓர் புதிய திடமசகுப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இதனை மிக நுண்ணிய துகள்களாகப் பெறலாம். இதன் உராய்வு குணகம் மிகக்குறைவு. மிக்க வேகத்தில், உராயும் திடப் பரப்புகளின் மீது மாலிபிடினியம் சல்ஃபைடு துகள்களைத் தூவி, உராய்வினுல் ஏற்படும் தீமைகளைக்கட்டுப்படுத்த முடிகின்றது. மேலும் இது சுமார் 400°C வெப்ப நிலை வரையிலும் ஆக்சிஜனேற்ற மடைவதில்லை. மைக்கா, டால்க் போன்ற பொருள்களும் சில இயந்திரங்களில், திட மசகுப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

சிலிகோன் மசகுப் பொருள்கள் (Silicone lubricants)

ஜெட் விமானம் போன்று அதி வேகத்திலும், உயரத்திலும் செல்லும் விமானங்களில் இயங்கும் சில பாகங்கள், சில சமயங்

களில்—200°Fலும், சில நிமிடங்களில் அதே பாகம் + 200°Fவெப்ப நிலையிலும் இருக்கக் கூடும். இப்பாகங்களில் பெட்ரோலிய மசகுப் பொருள்களைப் பயன்படுத்த முடிவதில்லை. அச்சுவார்த்தல், உலையில் இயங்கும் பாகங்கள், உயர் வெப்ப நிலையில் உலோகக் கட்டிகளைக் கம்பிகளாக மாற்றும் எயந்திரங்கள் போன்றவைகளிலும் பெட்ரோலிய மசகுப் பொருள்களைப்பயன்படுத்த முடியாது. இப்படிப்பட்ட கடுமையான சூழ்நிலைகளில் பயன்படுத்த செயற்கை மசகுப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றுள் முக்கியமானது சிலிகோன் மசகுப் பொருள்களாகும்.

சிலிகோன் மசகுப் பொருள்களிலுள்ள மூலக் கூறுகளில், சிலிகான் அணுக்களும், ஆக்சிஜன் அணுக்களும் மாறி மாறி ஒரு சங்கிலித் தொடராக அமைந்துள்ளன. மீதமுள்ள சிலிகான் இணை திறன்களைப்பூர்த்தி செய்ய ஆல்கைல் தொகுதிகள், சிலிகான் அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவைகள் அதிக மூலக் கூறெடையுள்ள பலபடி சேர்மங்களாகும்.

நீர்ம சிலிகோன்களின் சங்கிலித் தொடரின் நீளத்தைக் கருதியும், சிலிகோன் அணுக்களுடன் இணைந்துள்ள ஆல்கைல் தொகுதிகளின் தன்மைகளைக் கொண்டும், சிலிகோன் மசகுப் பொருள்களை இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகையை இலேசான சிலிகோன்கள் (Lighter silicones) என்றும், இரண்டாவது வகையை கனமான (Heavy silicones) சிலிகோன்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இலேசான சிலிகோன்கள் தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளில், மகுசப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்துகின்றன. கனமான சிலிகோன்கள் உயர்ந்த வெப்ப நிலைகளில் மசகுப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சிலிகோன் மசகுப் பொருள்கள் நீரைப்பெருக்கக் கூடியவை. எளிதில் தீப்பற்றுது. பாகியில் போன்ற பண்புகள் வெப்ப மாற்றங்களினால் மாறுதலடைவதில்லை. எளிதில் ஆவியாக மாறுது. இச்சிறந்த பண்புகளினுல் அது பெட்ரோலியம் மசகுப் பொருள்களை விடச்சிறந்தனவாக விளங்குகின்றன.

சிலிகோன் மூலக் கூறுகள் கடுமையான சூழ் நிலைகளில் தான் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றன. ஆனுல், அவ்வாறு ஆக்சிஜனேற்றமடைந்தால் அவை சிலிகான் டைஆக்சைடாக மாறுகின்றது. இச்சேர்மம் கடினத் தன்மையாக உள்ளதால், பரப்புகள் எளிதில் தேய்மானம் அடைகின்றன. சிலிகோன் மசகுப் பொருள்களுக்கு எண்ணெய்த் தன்மை மிகக்குறைவு

எனவே இவை உலோக புறப்பரப்புகளில் நன்கு ஊன்றிக் கொள்வதில்லை.

மசகுப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் (Selection of lubricants)

இயந்திரத்தின் தேவைக் கேற்ப, தகுந்த மசகுப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் அவசியமாகும். மசகுப் பொருளைப்பயன்படுத்தப் படும்பொழுது, அதன் பண்புகளில் மாறுதல் அடையாதிருத்தல் அவசியமாகும். பெரும்பாலான மசகுப் பொருளின் பாகியியல் வெப்ப நிலையைப் பொருத்துள்ளது. வெப்ப நிலை மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தப்படும் மசகுப் பொருள்களின் பாகியில் நிலை வெப்ப மாற்றத்தால் அதிக அளவில் மாறுதல் அடையாமலிருத்தல் அவசியமாகும்.

சில வெப்பநிலைகளில், மசகுப் பொருள் பல்வேறு சிக்கல்களை ஏற்படுத்தக் கூடும். குறைந்த வெப்பநிலைகளில் மெழுகு படிகங்களாக மாறியும், ஊற்றுநிலையை அடைந்தும், மசகுப் பொருளின் திறன் பெருமளவில் குறையலாம். அதிக வெப்ப நிலையில், மசகுப் பொருளின் ஒரு பாகம் ஆவியாக மாறி விடலாம். எஞ்சியுள்ள மசகுப் பொருளின் தன்மை எடுத்துக் கொண்ட மசகுப் பொருளின் பண்புகளினின்றும் மாறுதல் அடைந்து விடும். மிக அதிக வெப்பநிலையில், மசகுப் பொருள் தீப்பற்றும் நிலையை அடைந்தால் விபத்துக்கள் ஏற்படலாம். அல்லது மசகுப் பொருளின் பெரும் பகுதி எரிந்து, மீதமுள்ள பாகம் சிதைவடைந்து மசகுத் தன்மையற்ற பிசின் போன்ற பல பொருள்களைக் கொடுக்கலாம். இதனாலும் மசகுத் தன்மை வெகுவாகக் குறைகின்றது.

மசகுப் பொருள் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதால் பிசின் போன்ற பொருள்கள் உருவாகி மசகுப் பொருள், நீருடன் கலக்க வாய்ப்பு ஏற்படின், அது பால்மமாக மாறி, அதனால் மேலும் சில இடர்ப்பாடுகளை ஏற்படுத்தலாம்.

சாதனங்களில் பயன்படுத்தப்படும், மசகுப் பொருள்கள் எவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன என்பதைக் காண சில குறிப்பிட்ட சாதனங்களை எடுத்துக் காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

வெட்டும் ஆயுதங்கள்

இயந்திர சாலையில் பயன்படுத்தப்படும் கடைசல் இயந்திரங்களில் (Lathe) வெட்டவும் (cutting) அறுக்கவும் (Sawing) மறை போடவும் (threading) சம தளமாகவும் (planning) பயன்படுத்தப்

படும் மசகுப் பொருள் சில சிறப்புத் தன்மைகளைப் பெற்றிருதல் வேண்டும். அவற்றின் பாகியல் மிகக் குறைவாகவும், வேதி மந்தமாகவும் பிற பொருள்களை அரிக்காத தன்மையுள்ளதாயும் இருத்தல் வேண்டும். கடைசல் இயந்திரங்களில் அதிக வெப்பம் ஏற்படுவதால், இந்த வெப்பத்தை எளிதில் வெளிக்கடத்தும் தன்மையும், மசகுப்பொருளுக்கு இருத்தல் அவசியமாகும். நீர் குளிர்விக்கும் பொருளாக உள்ளது. எண்ணெய் பொருள்கள் மசகுத் தன்மையுள்ளதாயுள்ளது. எனவே கடைசல் இயந்திரங்களில், நீரும் எண்ணெயும் கலந்துள்ள பால்மம் திறம்பட செயல்புரிகின்றது.

உள் எரி இயந்திரங்கள்

எரி பொருள் வாயுவும்–காற்றும் கலந்துள்ள கலவை வெடிப்பதனுல், உள் எரி இயந்திரங்கள் இயங்குகின்றன. இவ்வகை இயந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்படும் மசகுப் பொருள்கள், அதிக வெப்ப நிலையில் ஆவியாக மாறுமலும், சிதைவடையாமலும் பாகியில் மாற்றம் அதிகம் அடையாமலும் இருத்தல் அவசியமாகும்.

நீராவி இயந்திர உருளைகள் (Steam engine cylinders)

நீராவி இயந்திர உருளைக்குள் மசகுப் பொருள் சிறு திவலைகளாக நீராவியுடன் கலந்து அனுப்பப்படுகிறது. நீராவி, மசகுப் பொருளை சிதற அடித்து, உருளைச் சுவர்கள், உந்து தண்டு, ஒரு வழி போக்கிகள் (valves) இவற்றின்மீது சீரான அளவில் மசகுப் பொருள் தங்கும்படிச் செய்கின்றது. இந்த மசகுப் பொருள்களின் பாகியியல் அதிகமாகவும், நீராவி பால்ம எண் குறைவாகவும் உலோக பரப்பை நனைக்கும் தன்மையும் (wetting) பெற்றிருத்தல் அவசியமாகும்

நீராவி உருளிகள் (Steam turbines)

நீராவி உருளிகளில் பயன்படும் மசகு எண்ணெய்கள் எளிதில் வெப்பத்தைக் கடத்தக் கூடியனவாயும், ஆக்சிஜனேற்றம், அடையாதவைகளாகவும், நீராவி பால்ம எண் மிக்க குறைவாக உள்ளதாயும் இருத்தல் வேண்டும்.

பல்வினை சக்கரங்கள் (Gears)

பல்வினை சக்கரங்களில் பல விதம் உள்ளன. அவைகள் இயங்கும் சூழ்நிலைகளும் இயந்திரத்திற்கு இயந்திரம் மாறுபடுகின்றன. எனவே ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட பல் சக்கர அமைப்புக்கும் தகுந்த மசகுப்பொருளை பயன்படுத்துதல் அவசியம். பொதுவாக இவை எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையாதவைகளாகவும், அதிக பாரத்தை தாங்கக் கூடியவைகளாகவும் எண்ணெய்த் தன்மை அதிகம் பெற்றுள்ளதாயும் இருத்தல் வேண்டும்.

5. பிளாஸ்டிக் பொருள்கள்

ஒரு பொருள் ஏதோ ஒரு நிலையில், இளகிய நிலையில் இருந்து பின்னர் இறுகிய திட நிலையை அடையுமானால் அதனைப் பிளாஸ்டிக் என அழைக்கலாம். இந்த வரையறையின்படி, மண்பாண்டங்கள், கண்ணாடி, ரப்பர் போன்ற பல பொருள்கள் இவ்வகையினுள் அடங்கும். ஆனபோதிலும், நாம் பொதுவாக பிளாஸ்டிக் என்று குறிப்பிடுவது ஒருவித கரிம பலபடி பொருள்கள் பெருமளவில் கலந்துள்ள ஒரு வகைப் பொருளேயாகும். இதில் கலந்துள்ள கரிம பொருள் மிக அதிக மூலக் கூறெடையைப் பெற்றுள்ள அரக்க மூலக் கூறு எனலாம்.

தற்காலத்தில் பல்வேறு வகைகளில் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இவற்றை எளிதிலும், அதிக அளவிலும் தகுந்த இயந்திரங்களைப் பயன்படுத்திச் செய்யலாம். விலை மிகவும் மலிவானது. மக்களை கவரக்கூடிய முறையில் பல்வேறு வர்ணங்களில் இவற்றைச் செய்ய முடியும். இலேசானது. காற்று, நீர், ஈரம் சாதாரண வேதிப் பொருள்கள் இவற்றால் தாக்கப் படுவதில்லை. மின் தடை பொருளாக உள்ளது. இக்காரணங்களினால், வீட்டிற்கு வேண்டிய பல்வேறு சிறு பொருள்களும் தொழிற் துறையில், ரப்பர், மரம், கண்ணாடி, உலோகங்கள் இவற்றிற்குப் பதிலாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. எனவே தற்காலத்தை **'பிளாஸ்டிக் யுகம்'** எனவும் அழைக்கின்றனர்.

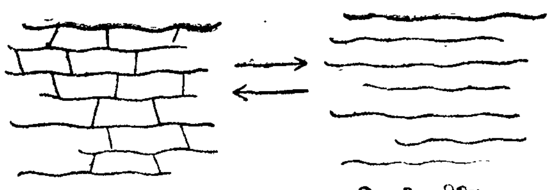
பிளாஸ்டிக் பொருளில் காணப்படும் முக்கிய பொருளான கரிம பலபடி மூலக்கூறுகளின் தன்மைகளுக்கேற்பவும், அதனுடன் கலக்கப்படும் மற்ற பொருள்களின் அளவிற்கும், தன்மைகளுக்கும் ஏற்பவும் இவற்றைப் பல்வேறு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். வெப்பத்தினால், பிளாஸ்டிக் பொருள்களில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கேற்ப வெப்பத்தினால் இளகும் பிளாஸ்டிக்குகள் என்றும்(Thermo plastic) வெப்பத்தினால் இறுகும் பிளாஸடிக் (Thermosetting) என்றும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

வெப்பத்தினால் இளகும் பிளாஸ்டிக்குகள் (Thermo plastics) இவ்வகை பிளாஸ்டிக் பொருள்கள வெப்பத்தினால் இளகுகின்றன.

குளிரச் செய்தால் இறுகி விடுகின்றன. மீண்டும் இளகுகின்றன. இவ்வாறு இவை எத்தனை தடவைகள் வேண்டுமானாலும், இளகும் நிலைக்கு, வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் கொண்டு வர முடியும்.

இவ்வகை பிளாஸ்டிக் பொருள்களில் காணப்படும் பலபடிப் பொருள்களின் மூலக் கூறெடை, மற்ற வகையுடன் ஒப்பிடும் பொழுது சிறியவைகளாகக் கொள்ளலாம். இம்மூலக் கூறுகள் பொதுவாக நீண்ட கம்பிகள் போன்ற வடிவமுடையவைகளாகும். இவற்றில் வினை தொகுதிகள் பொதுவாக இருப்பதில்லை. மூலக் கூறுகளிடையே பலமான வேதி பிணைப்புகள் இருப்பதில்லை. மாருக பலமற்ற பௌதிகப் பிணைப்புளே உள்ளன.

இம்மூலக் கூறுகள் அடங்கிய பொருளை, வெப்பப்படுத்தும் பொழுது, மூலக் கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரித்து அவற்றின் அதிர்வு வேகம் அதிகரிக்கின்றது. இதனுல் மூலக் கூறுகளைப் பிணைத்திருந்த பௌதிகப் பிணைப்புகள் அறுபட்டு ஒரு மூலக்கூறு மற்றொன்றின் மீது நமுவுகின்றது. பொருள் இளகுந் தன்மையை அடைகின்றது. பொருளைக் குளிர்விக்கும் பொழுது மீண்டும் மூலக் கூறுகளிடையே பௌதிகப் பிணைப்புகள் ஏற்பட்டுத் திட நிலையை அடைகின்றது.



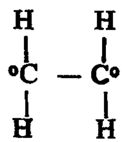
படம் 11.

இளகுந்தன்மையும், இறுகும் தன்மையும், முறையே வெப்பப் படுத்துவதினுலும், குளிர்விப்பதனுலும், எத்தனை முறைகள் வேண்டுமானுலும், இவ்வகை பிளாஸ்டிக் பொருள்களைப் பெறும் படி செய்யலாம். எனவே இவற்றை மீளும் (Reverssible) பிளாஸ்டிக்குகள் எனவும் அழைப்பதுண்டு.

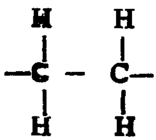
வெப்பத்தினுல் இளகும் பிளாஸ்டிக்குகளை தொகுப்பு முறை (synthetic) பிளாஸ்டிக்குகள் என்றும், செல்லுலோஸ் வருவி பிளாஸ்டிக்குகள் என்றும் மேலும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

தொகுப்பு முறை பிளாஸ்டிக்குகளில் பலபடி மூலக் கூறுகள் பெரும்பாலும் பலபடியாக்கல் வினையினால் பெறப்படுகின்றன. இவ் வினைகளில் பங்கு பெறும், ஆரம்ப மூலக் கூறுகள் மிகச்சிறியனவாயும், பொதுவாக ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இரட்டைப் பிணைப்புகளைப் பெற்றும் உள்ளன. இந்த எளிய மூலக் கூறுகளை ஒருபடி (Monomers) மூலக் கூறுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஒருபடி மூலக் கூறுகளிலிருந்து பலபடி மூலக் கூறுகள், பலபடியாக்கல் வினைமூலம் கிடைப்பதை எத்திலீன் பலபடியாக்கல் வினையின் மூலம் எளிதில் விளக்கலாம்.

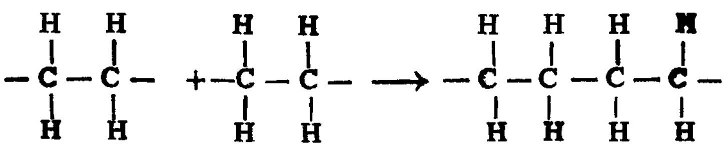
எத்திலீன் மூலக் கூறில் ஒரு இரட்டை பிணைப்புள்ளது. அதனை கீழ்கண்ட வடிவ வாய்பாடால் குறிக்கலாம்,



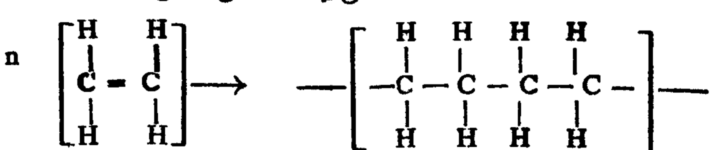
இரட்டைப் பிணைப்பு பலமற்றதாயுள்ளதால், தகுந்த சூழ்நிலையில் இப்பிணைப்பு உடைந்து கீழ்கண்ட தனி உறுப்பைத் தருகின்றது.



இவ்வாறு இரு மூலக்கூறுகள் தனி உறுப்புகளாக மாறுவதாகக் கொண்டால், அவை இரண்டும் இணைந்து ஒரு நிறையுரு மூலக் கூறு கிடைக்கப்படுகின்றது.



இதே வினை தொடர்ந்து நடைபெறுகையில், மிகப் பெரிய பலபடி மூலக் கூறு உருவாகின்றது.



எத்திலீன் பாலிதீன்

ஒரே வகையான மூலக் கூறுகள் பலபடியாக்கல் வினையில் பங்கேற்றுப் பலபடி உருவானால் அதனை ஒரின பலபடி என அழைக்கின்றோம். எத்திலீனிலிருந்து பெறப்படும் பாலிதீன் இவ்வகையைச் சார்ந்ததாகும்.

சில சமயங்களில் வெவ்வேறு வகைகளைச் சேர்ந்த மூலக் கூறுகள் பலபடியாக்கல் வினைக்கு உட்பட்டுக் கிடைக்கும் பலபடியைப் பல இன பலபடி (Copolymer) என அழைக்கின்றோம். வினைல் குளோரைடும் வினைல் அசிட்டேட்டும், இணைந்து 'வினர்' (vinar) என அழைக்கப்படும் பல இணை பலபடியைத் தருகின்றது.

பிளாஸ்டிக் தன்மையுள்ள, அரக்க மூலக் கூறுகள் சுருக்கு வினைகள் (condensation reactions) மூலமும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை வினைகளில் பங்கு பெறும் மூலக் கூறுகள் இணைந்து, பெரிய மூலக்கூறுகளை விளைவிக்கும் பொழுது, நீர் அம்மோனியா போன்ற எளிய மூலக் கூறுகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக அடிப்பிக் அமிலமும் (Adipic acid) ஹெக்சா மெத்திலீன்டை அமீனும் (Hesca methylene diamien) சுருக்கு வினையுற்று ஒரு வினை பொருளைத் தருகின்றது. இந்த வினை தொடர்ந்து நடைபெற்று நைலான் என அழைக்கப்படும் பிளாஸ்டிக் பொருள் கிடைக்கின்றது.

$$HOOC - (CH_2)_4 - COOH + H_2N(CH_2)_6NH_2 \longrightarrow$$

அடிப்பிக் அமிலம் ஹெக்சாமெத்திலிலீன்டை அமீன்

$$\longrightarrow HOOC - (CH_2)_4 - CO - NH - (CH_2)_6 - NH_2 \longrightarrow$$

$\longrightarrow$ நைலான்

இவ்வாறு பலபடியாக்கல் வினையிலாவது சுருக்கி வினையிலாவது கிடைக்கும், அரக்க மூலக் கூறுகளின் பண்புகள், பெரும்பாலும் மூலக் கூறுகளின் தன்மைகளைப் பொருத்தும், மூலக் கூறெடையைப் பொருத்தும் உள்ளன. சில முக்கிய வெப்பத்திளுல் இளகும் பிளாஸ்டிக் பொருள் பெறப்படும் முறைகளையும், அவற்றின் பண்புகளையும் காண்போம்.

பாலிதீன்

இந்த பிளாஸ்டிக் பொருள் வாணிப ரீதியில் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இந்தியாவில் **1967**-ல் **10,000** டன்களும், **1972**-ல் **30,000** டன்களும் தயாரிக்கப்பட்டதாகத் தெரிகின்றது. பாலி எத்திலீன் என்ற பொருளே உலக வழக்கில் பாலிதீன் என அழைக்கப்படுகின்றது.

எத்திலீன் என்ற எளிய கரிமப் பொருள் இந்த பிளாஸடிக் தயாரிக்கத் தேவைப்படும் மூலப்பொருளாகும். எத்திலீன், தகுந்த முறைகளில் பெட்ரோலியப் பின்னங்களை பிளத்தல் வினைக்கு உட்படுத்துவதன் மூலமும், பல்வேறு தொகுப்பு முறையிலும் தயாரிக்கப் படுகின்றது. எத்திலீனிலிருந்து குறைந்த அடர்த்தியுள்ள பாலிதீன் அதிக அடர்த்தியுள்ள பாலிதீன் என இருவகைப் பொருள்கள் வினைகளின் சூழ்நிலைக்கேற்பப் பெறப்படுகின்றன.

எத்திலீன் சுமார் 1500 வாயு மண்டல அழுத்தத்தில், நீர்மமாக மாற்றப்படுகின்றது; இந்த நீர்ம எத்திலீனை, பென்சைல்பர் ஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் பர் ஆக்சைடு, ஆசோ (Azo) சேர்மங்கள் போன்றவைகளின் முன்னிலையில் 200°C வெப்ப நிலைக்கு சூடாக்கப் படுகின்றது. மேற்கூறிய சேர்மங்கள் வினை வேகமாற்றியாக செயல்படுகின்றன. மெழுகு போன்ற, ஒளி சிதறும் (translucent) பிளாஸ்டிக் பொருள் கிடைக்கிறது. இது குறைந்த அடர்த்தியுள்ள பாலிதீன் ஆகும்.

இந்த பாலிதீனின், இளகும் வெப்ப நிலை குறைவு. விலையும் மலிவு. எனவே அன்றாட வாழ்க்கையில் பயன்படும் பல்வேறு பொருள்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றது. எடுத்துக் காட்டாக வாளிகள், சோப்பு பெட்டிகள், விளையாட்டுச்சாமான்கள், குப்பி மூடிகள், குழாய்கள், சாமான்கட்டும் பைகள், திருமணப் பைகள் முதலிய பொருள்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

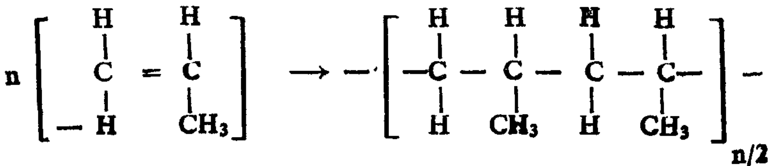
எத்திலீனைக் குறைந்த அழுத்தத்திலும் மிகத் திறம்பட செயல் புரியும், வினை வேகமாற்றிகளின் முன்னிலையிலும் பலபடியாக்கல் வினைக்கு உட்படுத்தினால், அதிக அடர்த்தியுள்ள பாலிதீன் கிடைக்கின்றது. இதன் இளகு வெப்பநிலை சற்று அதிகமாக உள்ளது. இதன் கடினத்தன்மை சற்று அதிகமாக உள்ளது. இது, மின் எதிர்ப்புத் திறனும், வேதிய பொருள்களினால் அதிக அளவில் பாதிக்கப்படாதத் தன்மையும் பெற்றுள்ளது. இவ்வகை பிளாஸ்டிக் பொருள்களும் அன்றாடத் தேவைக்கான பொருள்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

பாலி புரோபைலீன் (poly propylene)

இந்த பிளாஸ்டிக் புரோபைலீன் (propylene) என்ற நிறையுரு, எளிய கரிம ஹைட்ரோ கார்பனிலிருந்து பெறப்படுகின்றது. இந்த மூலப் பொருளும், தகுந்த பெட்ரோலியம் பின்னங்களை பிளத்தல் வினைக்கு உட்படுத்தியும் அல்லது பிற தொகுப்பு முறைகளிலும் பெறப்படுகின்றது. எம்முறையில் புரோபைலீனைப் பெற்றாலும்,

பிற ஹைட்ரோ கார்பன் சேர்மங்களிலிருந்து பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையிலும், பல்வகைப் பொருள்களைக் கொண்டு உறிஞ்சு முறையிலும் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது.

தூய புரோபைலீனை தகுந்த கரைப்பானில் சுமார் 5 காற்று மண்டல அழுத்தத்தில் திறன்மிக்க வினை வேக மாற்றிகளின் முன்னிலையில் 80°C வெப்ப நிலைக்கு வெப்பப் படுத்தப் படுகின்றது. சுமார் 2 முதல் 4 மணி நேரத்தில் பல படியாக்கல் வினை முடிவடைகின்றது. இவ்வினை நிகழும் பொழுது மிக அதிக அளவில் வெப்பம் வெளியிடப்படுவதால் வினை கலம் (Reaction vessel) குளிர் நீர் பாயும் குழாய்களால் சூழப்பட்டு குளிர்வித்து வெப்பநிலை மாறாது வைத்திருக்கப் படுகின்றது. பாலி புரோபைலீன், சேருக (sluvny) கீழ்படிகின்றது. வீழ்படிவை மைய விலக்கு (centrifugal) சாதனங்களின் உதவியால் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது.



புரோபைலீன் ⟶ பாலிபுரோபைலீன்

பாலிபுரோபைலீனின் இளகு வெப்பநிலை, பாலிதீனின் இளகு வெப்ப நிலையை விட அதிகமாக உள்ளது. ஆனால் இதன் அடர்த்தி குறைவாக உள்ளது. இதன் இழுபலமும், இயந்திர பலமும் தேய்மான எதிர்ப்புத் தன்மையும் அதிக அளவில் உள்ளன. வேதிப் பொருள்களின் அரிமானத்தை எதிர்க்கும் தன்மையும் அதிக அளவில் உள்ளது. இந்த பிளாஸ்டிக்கினால் செய்த பொருள்கள் கொதிக்கும் நீரிலும் உருவ மாற்றம் அடைவதில்லை. கிருமி ஒழிப்புக்காக நீரில் கொதிக்க வைத்து எடுக்கப்படும், குழந்தை பால் புட்டிக் குப்பிகள், குப்பிகள், ஆரோக்கிய சாதனங்கள் முதலிய பொருள்கள் தயாரிப்பதில் இவ்வகை பிளாஸ்டிக் உபயோகப்படுகின்றது. இது இலேசாகவும் பலம் வாய்ந்ததாகவும் உள்ளதால் கயிறுகள், தோட்டததிற்குத் தேவையான நீர் பாய்ச்சும் குழாய்கள் செய்யப்பயன்படுகிறது.

பாலி வினைல் (poly vinyl)

பாலி வினைல் பிளாஸ்டிக்குகளில் பலவகையுண்டு. இவ்வகைப் பிளாஸ்டிக்குகளில் பொதுவாக வினைல் (vinyl) தொகுதியுள்ளது. வினைல் தொகுதி மிக்க வீரியமுள்ளதால் பல்வேறு தொகுதிகளுடன் வினையுற்றுப் பலவகை பல்வினை பலபடி பிளாஸ்டிக்குகளைத் தர

வல்லது. பாலி வினைல் பிளாஸ்டிக்குகளில், பாலிவினைல், குளோரைடும், பாலிவினைல் அசிடேட்டும் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

அசிட்டிலீனுடன், ஹைட்ரஜன் குளோரைடு தகுந்த வினை வேகமாற்றிகளின் முன்னிலையில் வினையுற்றால், வினைல் குளோரைடு என்ற சேர்மம் கிடைக்கின்றது. வினைல் குளோரைடு என்ற சேர்மம் கிடைக்கின்றது. வினைல் குளோரைடை நீருடன் சேர்த்து ஒரு வகை பால்மத்தைப் பெறுகின்றனர். இந்த பால் மத்தை வினை வேக மாற்றிகளின் முன்னிலையில் அதிக அழுத்தத்தில் 40°C வெப்பநிலையில் சுமார் 20 மணி நேரம் ஆட்டோ குளோவில் வைத்திருக்கின்றனர். இச்சூழ்நிலைகளில் வினைல் குளோரைடு பலபடியாக்கல் வினைக்கு உட்பட்டு, பாலிவினைல் குளோரைடு என்ற பலபடி கிடைக்கின்றது. இது மணமற்ற, நிறமற்ற, வெப்பத்தினால் இளகும் பிளாஸ்டிக் பொருளாகும். இது வேதி மந்தமுள்ள பொருள். இந்த பிளாஸ்டிக் பொருளை வர்த்தகத் துறையில் P.V.C என அழைப்பதுண்டு.

$$CH \equiv CH + HCl \longrightarrow CH_2 = CHCl$$
$$m.\ CH_2 = CHCl \longrightarrow P.V.C$$

பாலிவினைலை குளோரைடு பலபடியை, நிரப்பிகள், வண்ணங்கள் இவற்றுடன் கலந்து பல்வேறு பண்புகளுள்ள பிளாஸ்டிக்குகளைப் பெறுகின்றனர். இந்த பிளாஸ்டிக்குகளின் பௌதிக வேதிப் பண்புகள், இதனுடன் சேர்க்கப்படும் பிறபொருள்களைப் பொறுத்துள்ளன. இதில் ஒருவகையான பிளாஸ்டிக்குகள் அதிக அளவில் மின் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்றிருத்தலால், மின் கம்பிகளுக்கு காப்பான் (insulator) களாக பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் இதில் ஒருவகை அதிக அளவில் திடமாக (Rigid) இருப்பதால் நீரேற்றும் குழாய்கள் செய்யவும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

வினைல் அசிட்டேட் என்ற ஒரி இனபலபடியும் பாலிவினைல் வகையைச் சேர்ந்ததாகும். அசிட்டிலீனும், அசிட்டிக் அமிலமும் தகுந்த வினை வேகமாற்றிகளின் முன்னிலையில் வினையுற்று, வினைல் அசிட்டேட் என்ற சேர்மம் பெறப்படுகின்றது. இது 72°C கொதிநிலையுடைய, நிறமற்ற நீர்ம சேர்மமாகும். தக்க சூழ்நிலைகளில் இச் சேர்மத்தைப் பல படியாக்கல் வினைக்கு உட்படுத்தி ஒரின பலபடியைப் பெறுகின்றனர். இதற்கு பாலிவினைல் அசிட்டேட் பிளாஸ்டிக் எனப் பெயர்.

$$CH \equiv CH + CH_3\ COOH \longrightarrow$$
$$CH_2 = CH - CH_2\ COO\ H$$
$$m = CH_2 = CH - CH_2 - COOH \longrightarrow P.V.A$$

பாலிவினைல் அசிட்டேட் பலபடி, ஒளி ஊடுருவும் தன்மையைப் பெற்றுள்ள, வெப்பத்திஞல் இளகும் பிளாஸ்டிக் பொருளாகும். இதன் இளகும் வெப்பநிலை (40°C) மிகக் குறைவாக இருப்பதால், திட பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் செய்ய இது பயன்படுவதில்லை. இவ்வகைப் பிளாஸ்டிக்குகள், சிறப்பு வர்ணப் பூச்சுகள், சில வகை மெருகெண்ணெய்கள், ஒட்டுப்பொருள்கள் (Adhesives) முதலியன தயாரிப்பதில் பெருமளவில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

வினைல் குளோரைடும், வினைல் அசிட்டேட்டும் தக்க சூழ்நிலைகளில் வினையுற்று விஞர் (Vinar) என அழைக்கப்படும் ஒரு பல இன பலபடியைத் தருகின்றது. இந்த பலபடி செயற்கை நூலிழைகள் செய்வதில் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த நூலிழைகள் பெருமளவில் டெரிலின் நூலிழைகளை யொத்த பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இவைகள் எளிதில் நிரந்தரமாக வண்ணங்களை ஏற்றுக் கொள்கின்றன. சுருக்கம் கொடுப்பதில்லை. தூசுகளை ஏற்பதில்லை. அப்படி ஏற்ருலும் எளிதில் அவைகள் நீக்கப்படுகின்றன.

அக்ரைலிகஸ் (Acrylics)

அக்ரைலிக் அமிலம் என அழைக்கப்படும் கரிம அமில சேர்மம்; எத்திலீன் என்ற எளிய நிறையுரு கரிம ஹைட்ரோ கார்பனின்றும் பெறப்படுகின்றது. அக்ரலிக் பிளாஸ்டிக்குகள் செய்வதற்கு, அக்ரலிக் அமிலத்தின் பல் வேறு வகை எஸ்டர்களும், பிற வருவிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எத்திலினிலிருந்து மித்தைல் அக்ரலேட் என்ற சேர்மம் பின் வரும் முறையில் பெறலாம். எத்திலீன், ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலத்துடன் வினையுற்ருல், எத்திலீன் குளோரோ ஹைட்ரின் கிடைக்கின்றது. இதனைச் சோடியம் சயனைடுடன் வினையுறச் செய்து, எத்திலீன் குளோரோ ஹைட்ரின் என்ற சேர்மத்தைப் பெறலாம். இச்சேர்மத்தை, சல்ப்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் முன்னிலையில், மித்தைல் ஆல்கஹாலுடன் வினையுறச் செய்தால், மித்தைல் அக்ரலேட் என்ற எஸ்டர் கிடைக்கின்றது.

$$CH_2 = CH_2 + HOCl \longrightarrow CH_2\,(OH)\;CH_2Cl$$

$$CH_2\,(OH)\;C_2HCl + Na\;CN \longrightarrow$$

$$CH_2\,(OH+)\;CH_2CN + NaCl$$

$$CH_2\,(OH)\;CH_2CN + CH_3OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_2 = CH \cdot COOCH_3 + NH_3$$

கடைசி வினையில், மித்தைல் ஆல்கஹாலுக்குப் பதிலாக, ஈத்தைல், புரோபைல் போன்ற பிளஆல்கைல் தொகுதியுள்ள ஆல்கஹாலை எடுத்துக் கொண்டால், அந்த ஆல்கைல் தொகுதி யுள்ள அக்ரைலிக் எஸ்டர் கிடைக்கும்.

அக்ரைலிக் எஸ்டரை, வெளிச்சம், வெப்பம், தகுந்த வினை வேகமாற்றிகள் இவற்றின் முன்னிலையில், பல படியாக்கல் வினைக்கு உட்படுத்தினால், வெப்பத்தில் இளகும் நிறமற்ற பிளாஸ்டிக் பொருள் கிடைக்கின்றது. இது வலுவுள்ளதாயும், ஒளி புகக்கூடியதாயும், குறைந்த அடர்த்தியுள்ளதாயும் உள்ளது. இந்த பிளாஸ்டிக் கண்ணுடிக்கு மாற்றுப் பொருளாகப்பல்வேறு சாதனங்களில் பயன் படுத்தப்படுகின்றது. இயந்திர கட்டிட மாதிரிப் பொருள் செய்யவும் இது பயன்படுகிறது.

செல்லுலோஸ் வருவிகள் (Cellulase deivatioes)

செல்லுலோஸ் குளுகோசைடு (Glucoside) தொகுதிகளான ஓர் அரக்க மூலக் கூறு. ஒவ்வொரு குளுகோசைடு தொகுதியி லும், ஹைட்ராக்சைல் உறுப்புகள் (Radicals) உள்ளன. ஹைட் ராக்சைடு உறுப்புகள் வேதிவினைகளில் பங்குபெறக் கூடியவைக ளாதலால் தகுந்த வினை பொருள்களுடன் வினையுறச் செய்து, எஸ்டர்களாகவோ அல்லது ஈதர்களாகவோ மாற்றலாம், செல் லுலோசுடன் வினையுறும் வினைபொருளின் தன்மையைப்பொருத் தும், பிற சூழ்நிலைகளைப் பொருத்தும், ஒவ்வொரு குளுகோசைடு தொகுதியிலுமுள்ள ஒன்று முதல், மூன்று ஹைட்ராக்சைடு உறுப் புகள், வினை மாற்றத்தில் பங்கு பெறுகின்றன. எனவே, வினை பொருளை மாற்றியும், சூழ்நிலைகளை மாற்றியமைத்தும், பல்வேறு வகை செல்லுலோஸ் வருவிகளைப் பெறலாம்.

செல்லுலோஸ் வருவிகள் யாவும் அரக்க மூலக்கூறுகளாக இருத்தலால், பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் செய்ய இவைகள் பயன்படு கின்றன. செல்லுலோஸ் வருவிகள், வெப்பத்தில் இளகும் பிளாஸ்டிக் வகையினைச் சேர்ந்தாக இருப்பினும், இவற்றைப் பொருள் களாக மாற்றி உருவம் அமைப்பதில் பல இடர்ப்பாடுகள் உள்ளன. இவற்றை நீக்க, நெகிழ்வூட்டிகளும் (Plasticisers) பிறபொருள்களும் கலக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பல்வேறு வகை பொருள்களைக் கலப்பதினால் இளகும் வெப்ப நிலையைக் குறைப்பதுடன் தீப்பற்றி எரியும் தன்மையும் குறைக்கப்படுகின்றது.

செல்லுலோஸ் அசிடேட் (Cellulose acetate)

தூய செல்லுலோசுடன் அசிட்டிக் நீரிலி (**acetate anhy dincle**) யையும், அசிட்டிக் அமிலத்தையும் கலந்து சல்ஃபூரிக்

அமிலத்தில் வெப்பப்படுத்துகின்றனர். விளை பொருளின் இயைபு தொடர்ந்து கண்டறியப்படுகின்றது. விளை பொருளில் அசிடேட்டின் சத வீதம் 62·5 ஆக இருக்கும் பொழுது, விளைபொருளை தனியாகப் பிரித்து. நீராற் பகுக்கப்படுகின்றது. செல்லுலோஸ் அசிடேட் சேர்மம் வீழ் படிவாகக் கிடைக்கின்றது. இதனை நீரில் அலம்பி பின், உலர்த்தப்படுகின்றது. உலர்ந்த செல்லுலோஸ் அசிட்டேட்டுடன் தகுந்த நெகிழ்வூட்டிகளைக் கலந்து, பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் செய்யப்படுகின்றன.

செல்லுலோஸ் அசிட்டேட் பிளாஸ்டிக் நிலையானதாயும் ஒளி ஊடுருவிச் செல்லத் தக்கதாயும், மெதுவாக எரியும் பண்பையும் பெற்றுள்ளது. மேலும் கடினமானதும் வலுவுள்ளதுமாக உள்ளது. இந்த பிளாஸ்டிக்குடன் வண்ணப் பொருள்களைச் சேர்ப்பதன் மூலம், கண்ணுக்கினிய பல்வேறு வண்ணங்களில், பொருள்களைப்பெறலாம். செல்லுலோஸ் அசிட்டேட், பெருமளவில் மோட்டார் தொழிற்துறையில் தேவைப்படும் பல பொருள்களைச் செய்யப்பயன்படுத்துகின்றனர்.

செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் (Cellulose nitrate)

தூயசெல்லுலோசுடன் தகுந்த அடர்புள்ள நைட்ரிக் அமிலமும், சல்ஃப்யூரிக் அமிலமும் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தி, செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் பெறப்படுகின்றது. இதனுடன் காம்ஃபர் (Camphor) போன்ற நெகிழ்வூட்டிகளைக் கலந்து வெப்பத்தில் இளகும் பிளாஸ்டிக் பெறப்படுகின்றது. இது கடினமாயும், நீரை வெறுக்கும் பண்பும் வலிமையும் கொண்ட பிளாஸ்டிக் பொருள் இது எளிதில் தீப்பற்றக்கூடியது. இதனை உலக வழக்கில் செல்லுலாய்ட் (Celluloid) என அழைக்கப்படுகின்றனர். முதன் முதலில் உருவாக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் பொருள் என்ற பெருமை இதற்கு உண்டு. விளையாட்டுச் சாமான்கள், விலைமலிவான, அன்றாடத் தேவைக்கான பொருள்கள், பிளாஸ்டிக் தகடுகள் (Sheets) செய்வதில் இவ்வகை பிளாஸ்டிக் பெருமளவில் பயன்படுகின்றது.

ஈத்தைல் செல்லுலோஸ் (Eithye cellulose)

தகுந்த சூழ்நிலைகளில் தூய செல்லுலோசை எஸ்டராக்கல் வினைக்கு உட்படுத்தி ஈத்தைல் செல்லுலோஸ் பெறப்படுகின்றது. இது அமிலங்களாலும், காரங்களாலும் தாக்கப்படுவதில்லை. மிக்க நிலையான பொருள். இதன் இளகு வெப்பநிலை (Softening tem perature) 120'C ஆக உள்ளது. இளகு வெப்ப நிலை குறைவாக உள்ளதால், இதனை எளிதில் அழுத்த வார்ப்பு (injection

moulding) முறையில் பயன்படும் பொருள்களாக மாற்றலாம். இவ்வகை பிளாஸ்டிக்குகள் மிக்க வலுவுள்ளதாயினும், கடினமான தாயும், நீரை வெறுக்கும் பண்பையும் பெற்றுள்ளன. மேலும் இவை மின் அரிதில் கடத்தியாகவும் செயல்படுகின்றது. இது வேதி இயையில், எஸ்டராக இருப்பதால், எளிதில் தீப்பற்றி எரியாது. பொருள்களின் மீது மேற் போர்வைகள் (coatings) அமைப்பதற்கும் போட்டோ தகடுகள் (Photographic films) செய்வதற்கும் ஒட்டுப் பொருள்கள் தயாரிப்பதிலும் இது மிகவும் பயன்படுகின்றது.

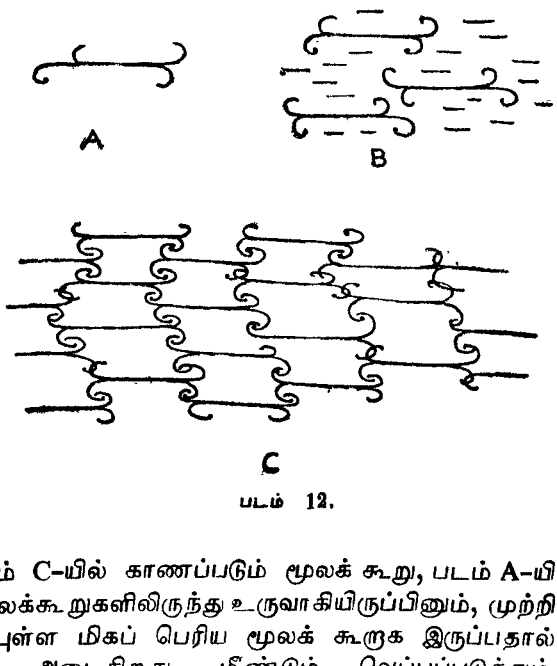
வெப்பத்திஞல் இறுகும் பிளாஸ்டிக்குகள் (Thermosetting plastics)

இவ்வகை பிளாஸ்டிக்குகள் அதிக அழுத்தத்திலும், அதிக வெப்ப நிலையிலும் வினை வேகமாற்றிகளின் முன்னிலையில் இளக்கப் படுகின்றன. தகுந்த முறையில் இவற்றைப் பொருள்களாக அதே வெப்ப நிலையில் மாற்றுகின்றனர். சிறிது நேரத்தில் அதே வெப்ப நிலை இருப்பினும், இது இறுகி திடப்பொருளாக மாறுகின்றது. இவ்வாறு மாற்றமடைந்த திடப்பொருள் வெப்பப்படுத்துவதனல் மீண்டும் இளக்க முடியாது. இக்காரணத்தால் இவற்றை மீளா பிளாஸ்டிக்குகள் எனவும் அழைப்பதுண்டு.

வெப்பத்திஞல் இறுகும் பிளாஸ்டிக்குகளிலும் பல படி மூலக் கூறுகள் உள்ள சேர்மங்கள் ஆதாரப் பொருள்களாக விளங்கு கின்றன. இந்த பலபடி மூலக்கூறுகளில், தொடர்ந்து வினையுறக் கூடிய பல உறுப்புகள் உள்ளன. இவ்வகை பல படி சேர்மங்கள் அடங்கிய கலவைப் பொருளை வெப்பப்படுத்தும் பொழுது மூலக் கூறுகளிடையே வலுவான வேதி பிணைப்புகள் ஏற்படுகின்றன. பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் பலம், முதலிய பண்பு கள் பலபடி பொருள்களில் காணப்படும் வினை உறுப்புகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்தும், அவற்றின் தன்மையைப் பொருத்தும் உள்ளன. இவ்வாறு பல படி மூலக் கூறுகள் வினை உறுப்புகளால் இணைக்கப்பட்டு, மிகப் பெரிய, அரக்க மூலக் கூறுகள் உருவாகின்றன. இதுவே இறுகின பிளாஸ்டிக்காகும். மீண்டும் இதனை வெப்பப்படுத்துவதனல், மூலக்கூறுகளிடையே அமைந்த வேதி பிணைப்புகள் அறுப்பட்டு மீண்டும் இதனை வெப்பப் படுத்துவதனல், மூலக்கூறுகளிடையே அமைந்த வேதிபிணைப்புகள் அறுபட்டு மீண்டும் பலபடி மூலக்கூறுகள் உருவாக முடிவதில்லை. இக்காரணம் பற்றியே இறுகின பிளாஸ்டிக் வெப்பத்திஞல் இளகுவ தில்லை.

வெப்பத்திஞல் இறுகும் பிளாஸ்டிக், இறுகும் வழி முறையை கீழ்காணும் படங்களால் விளக்கலாம். படம் A-யில் ஒரு பலபடி

மூலக்கூறு காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. இதிலுள்ள கொக்கி போன்ற அமைப்புகள் வேதி வினையில் எளிதில் பங்கு பெறக்கூடிய வினை உறுப்புக்களைக் காட்டுகின்றது படம் B-யில், பல படி மூலக்கூறு களும், பிற பொருள்களும் கலந்துள்ள கலவைப் பொருளைக் காட்டுகின்றது. இக்கலவையை வெப்பப்படுத்தும்பொழுது மூலக் கூறுகளின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிப்பதால், அவைகள் அதிக அளவில் அதிர்வுகளுக்கு (vibration) உட்படுகின்றன. இதனுல் பல மூலக் கூறுகள் ஒன்ருக படம் C-யில் காட்டியபடி இணைக்கப் பட்டு முப்பரிமாணத்தில், வலை போன்ற மிகப்பெரிய அரக்க மூலக் கூறு உருவாகின்றது.



படம் 12.

படம் C–யில் காணப்படும் மூலக் கூறு, படம் A–யில் காணப் படும் மூலக்கூறுகளிலிருந்து உருவாகியிருப்பினும், முற்றிலும் புதிய அமைப்புள்ள மிகப் பெரிய மூலக் கூருக இருப்பதால் இது திட நிலையை அடைகிறது. மீண்டும் வெப்பப்படுத்தும் பொழுது, முன்பு உருவான வேதி பிணைப்புகள் அறுபடப் படம் A–யில் காட்டியுள்ள மூலக் கூறுகள் உருவாக முடியாது. இக்காரணத்தால் இவ்வகை பிளாஸ்டிக் வெப்பத்தினுல் இறுகு நிலையுள்ள ஒரு திடப் பொருளைத் தருகின்றது.

பொதுவாக பார்க்குமிடத்து,வெப்பத்தினுல் இறுகும் பிளாஸ்டிக் வகை, எளிதில் நொறுங்கக் கூடியதாயும், கடினத் தன்மையற்று பலமற்றதாயும் இருக்கின்றது. பல பண்புகளில் இவ்வகை

பிளாஸ்டிக்குகள் வெப்பத்தினுல் இளகும் பிளாஸ்டிக்குகளை விட கீழ்த்தரமானதாகவே (inferior) கருதப்படுகின்றது. வெப்பத்தினுல் இறுகும் பிளாஸ்டிக்குகளில் எல்லா வினை உறுப்புகளும் வினையுற்று மூலக்கூறுகளிடையே வேதி பிணைப்புகள் ஏற்பட்டுவிடுவதால் தனித்தியங்கும் (free) எலக்ட்ரான்கள் மிகக்குறைவு. இவ்வகை பிளாஸ்டிக்குகள் இக்காரணத்தால் சிறந்த அரிதில் கடத்தி (bad conductor) யாக விளங்குகின்றன.

வெப்பத்தினுல் இறுகும் பிளாஸ்டிக்குகள், ஆல்கைடு க்ரெசின் களிலிருந்து, ஃபினுலிக் ரெசின்களிலிருந்து, மெல அமீன் ரெசின் களிலிருந்தும், பாலி எஸ்டர்களிலிருந்தும் பெறப்படுகின்றன. மூலப்பொருள்களின் தன்மைகளுக்கேற்ப, பிளாஸ்டிக்குகளின் பண்புகள் அமைகின்றன.

ஆல்கைடு ரெசின்கள் (Alkyd Resins)

கிளிசராலும், ஃப்தாலிக் நீராவியுற, வினையுறச் செய்து கிடைக்கும் எஸ்டரை மேலும் பல படியாக்கல் வினைக்கு உட்படுத்தி ஒருவகை ரெசினைப் பெற்றனர். இத்துடன் பிற பொருள்களைக் கலந்து, வெப்பத்தினுல் இறுகும் பிளாஸ்டிக்கை முதன் முதலாகப் பெற்றனர். இது போன்ற பல ஹைட்ராக்சி, ஆல்கஹாலுடன் பாலி அமிலங்களை வினையுறச் செய்தால், ரெசின்களைப் பெற முடியு மென்பதைக் கண்டனர். இவ்வகை ரெசின்களுக்கு ஆல்கைக் ரெசின்கள் எனப்பெயர். இவ்வகை ரெசின்களுக்கு மூலப்பொருள் களாக விளங்கும் பல ஹைட்ராகச் ஆல்கஹால்களும், பாலி அமிலங்களும் எண்ணற்ற வகைகளில் கிடைப்பதால், பல் வேறு ஆல்கைடு ரெசின்கள் தொழிற் துறையில் தயாரிக்கப் படுகின்றன.

ஆல்கைடு ரெசின்கள், வெப்பம், ஈரம் இவற்றுல் பாதிக்கப் படுவதில்லை. இவைகள் வலுவுள்ளதாயும், கடினமானதாயும். வளையக் கூடியதாயும் உள்ளன. இவை மின் அரிதில் கடத்திகளாகச் செயல் படுகின்றன. இவை ஒளி புகக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றும் எளிதில் நிறப் பொருள்களை ஏற்பனவாகவும் உள்ளதால், நிறமற்ற அல்லது குறிப்பிட்ட நிறமுள்ள நிலையில் பெற முடிகிறது இவ்வகைப் பிளாஸ்டிக் நகள், ஆகாய விமான மோட்டார் பாகங்கள், குழாய்கள், தகடுகள், தண்டுகள் மின்காப்பான்கள் (electrical insulator) முதலிய பொருள்களும் பொறியியற் துறைக்குப் பயன் படும் பல்வேறு பொருள்களும் செய்யப்பயன்படுகிறது.

மெல அமீன் ரெசின்கள் (Melamine resins)

மெல அமீன் என்பது சயனமைடு ($NH_2 C \equiv N$)என்ற எளிய கரிமப் பொருளின் பலபடிப் பொருளாகும். கால்சியம் கார்பைடு நைட்ரஜனுடன் வினையுற்று கால்சியம் சயனமைடு கிடைக்கின்றது. இதனின்றும் சையனமைடு பெறப்படுகின்றது. தக்க சூழ்நிலை களில் இச்சேர்மம் பலபடியாக்கல் வினைக்கு உட்படுத்தப்பட்டால் மெல அமீன் கிடைக்கின்றது. மெல அமீன் ஃபார்மால்டிஹைடுடன் வினையுற்று, மெல அமீன் ரெசின் பெறப்படுகின்றது.

இவ்வகை ரெசின்களிலிருந்து கிடைக்கும் வெப்பத்தினால் இறுகும் பிளாஸ்டிக்குகள், வெப்பத்தையும், நீரையும் வெறுக்கும் தன்மையுள்ளன. இவை திட (Rigid)மாகவும், கடினமானதாகவும் நொருங்கும் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. இருவகை பிளாஸ்டிக்குகள் தேய்வை (Abrasion) எதிர்க்கும் திறனும், மின் எதிர்க்கும் திறனும் பெற்றுள்ளன. இவை மின் சாதனத்தின் பாகங்களைச் செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன.

ஃபீனலிக் ரெசின்கள் (Phenolic resins)

ஃபீனலை, ஃபார்மால்டி ஹைடுடன், தக்க சூழ்நிலைகளில் வினையுறச்செய்தால் அவை சுறுக்கு வினைக்கு உட்பட்டு ஃபினல் ஃபார்மால்டிஹைடு ரெசின் என அழைக்கப்படும், அரக்க மூலக் கூறுகள் உருவாகின்றன. பலதரப்பட்ட ஆல்டி ஹைடுகளும் உள்ளன. எனவே ஃபீனலின் தன்மைக்கும் ஆல்டிஹைடின் தன்மைக்குமேற்ப பல வகைப்பட்ட ஃபீனல் ஆல்டிஹைடு ரெசின்கள் பெறப்படுகின்றன. மேலும் வினை பொருள்களின் அளவு விகிதம், வெப்பநிலை, வினை வேக மாற்றியின் தன்மை, வினை நிகழும் நேரம் இவற்றைச் சார்ந்தும் பலவகை ரெசின்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

வெப்பத்தினால் உறையும் பல்வேறு பிளாஸ்டிக்குகளில் ஃபீனல் ஆல்டிஹைடு ரெசின்களைக் கொண்ட பிளாஸ்டிக்குகளே மிகப் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. வியாபார ரீதியில் இவ்வகை பிளாஸ்டிக்குகளை பேக்லைட்டுகள் (Bakelites) என அழைக் கின்றனர்.

பேகலைட்டுகள் எளிதில் தீப்பற்றக் கூடியவைகளல்ல. காற்று, ஈரம், நீர், வேதிப் பொருள்கள் இவற்றால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. சாதாரண கரைப்பான்களில் கரைவதும் இல்லை. இதன் மின் எதிர்ப்புத்திறன் அதிகம். இதன் விலையும் மலிவு. இக்காரணங்

களினால் பேக்லேட், அன்றாடத் தேவைக்கான பொருள்கள் மின் சுவிட்சுகள், மின் போர்டுகள், தொலைபேசிக்கான உறுப்புகள் முதலியன செய்வதில் பயன்படுகின்றது.

பாலி எஸ்டர்கள் (Polyesters)

டை-ஆல்கஹாலும், டை-அமிலமும் வினையுற்று எஸ்டர்களைப் பெறும்பொழுது தக்க சூழ்நிலைகளில், மிக நீளமான மூலக்கூறுகள் கிடைக்கின்றன. இவைகள் வெப்பத்தினால் இளகும் பிளாஸ்டிக்கு களுக்கும், வெப்பத்தினால் இறுகும் பிளாஸ்டிக்குகளுக்கும் இடை நிலையில் உள்ளன. இவைகள் இளகின நிலையில் இருக்கும்பொழுது நூலிழைகளாக இழுக்கப்படுகின்றன. இந்த இழைகள், வலுவுள்ளன வாயும், இயற்கை இழைகளைவிட பல பண்புகளில் சிறந்தும் உள்ளன. எனவே இந்த இழைகள் செயற்கை நூலிழைகள், துணிகள் செய்யப் பயன்படுகின்றன. டெரிலீன், டெக்ரான் போன்ற இழைகள் இவ்வகையினைச் சேர்ந்தவைகளாகும்.

பிளாஸ்டிக் கலவை தயாரித்தல்

மேற்கூறிய பல்வேறு உயர் பலபடி (high polymers) களுடன் நிரப்பிகள், நிறப்பொருள்கள், நெகிழ்வூட்டிகள், நிலை நிறுத்திகள் போன்ற பல பொருள்களைத் தகுந்த விகிதத்தில் கலக்கின்றனர். இக்கலவை பின்பு தகுந்த இயந்திர சாதனத்தின் மூலம் பிளாஸ்டிக் பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன.

நிரப்பிகள் (fillers)

நிரப்பிகள் பொதுவாக வேதி மந்தப் பொருளாக இருக்கும். மரத்தூள், செல்லுலோஸ், அஸ்பெஸ்டாஸ், மைக்கா, பேரியம் உப்புக்கள் போன்ற, நிரப்பிகள் பொதுவாக கலக்கப்படுகின்றன. நிரப்பிகள் கலக்கப்படுவதால், பிளாஸ்டிக்கின் பரிமாணம் அதிக மாகின்றது. குறிப்பிட்ட நிரப்பியைக் கலப்பதால் இறுதியில் கிடைக்கும் பிளாஸ்டிக் பொருள் தேவையான பண்பை பெறு கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக பேரியம் உப்புகளை நிரப்பிகளாகப் பயன் படுத்தும்பொழுது, X - கதிர்கள் பிளாஸ்டிக் பொருளில் ஊடுருவிச் செல்ல முடிவதில்லை. மரத்தூள், தவிடு (Bran) உமி முதலியவற்றை நிரப்பிகளாகப் பயன் படுத்தும்பொழுது, பிளாஸ்டிக் பொருளின் அடர்த்தி வெகுவாக குறைக்கப்படுவதுடன் அதிர்ச்சியையும், தாங்க வல்லதாயுள்ளது. அஸ்பஸ்டாசை நிரப்பியாகப் பயன்படுத்தும் பொழுது, பிளாஸ்டிக் பொருள் அதிர்ச்சியைத் தாங்கவல்லதாயிருப்பதுடன் தீப்பற்றுமலும் இருக்

கிறது. மைகா நிரப்பியாக பயன்படும்பொழுது, பிளாஸ்டிக் அதிக அளவில் மின் எதிர்ப்புத் திறனைப் பெறுகின்றது.

நிறப் பொருள்கள் (Pigments)

நிறப் பொருள்கள் கனிமப் பொருள்களாகவோ, அல்லது கரிமப் பொருள்களாகவே இருக்கமுடியும். கரிமநிறப் பொருள்கள் பிளாஸ்டிக் பொருள்களுக்கு, ஏற்ற நிறத்தைக் கொடுப்பதுடன் வலுவையும் கொடுக்கின்றது. கரிமநிறப் பொருள்கள் கண்ணுக் கினிய நிறங்களைக் கொடுத்து, பிளாஸ்டிக் பொருள்களின் விற்பனை யைப் பெருக்க உதவுகின்றன.

நெகிழ்வூட்டிகள் (Plassicises)

நெகிழ்வூட்டிகள், பிளாஸ்டிக் பொருளை குறைந்த வெப்ப நிலையில் இளக வைக்கவும், வார்ப்புகளில் உருவம் கொடுக்கவும் பயன்படுகின்றன. மேலும் நெகழ்வூட்டிகள் வார்பித்த பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் வெடிப்படையாமல் தடுக்கவும் ஓரளவு பயன்படு கிறது. நெகிழ்வூட்டிகளின் தன்மையைப் பொருத்தும் இறுதியில் கிடைக்கும் பிளாஸ்டிக் பொருள்களின் பண்புகள் மாற்றமடை கின்றன. காம்பஃரை நெகிழ்வூட்டியாகப் பயன்படுத்தினால் பிளாஸ்டிக் பொருளின் புறப்பரப்பு கடினமடைகின்றது. திரை பூயூட்டைல் பாஸ்ஃபேட் (tributyl phosphate) திரைவினைல் பாஸ்ஃபேட் (triphenyl phosbhate) போன்ற பொருள்கள் பிளாஸ் டிக்கின் தீப்பற்றும் தன்மையை வெகுவாகக் குறைகின்றது.

நிலை நிறுத்திகள் (Stabilisers)

பிளாஸ்டிக்குகளில் பெரும்பான்மையான பாகம் கரிம பல படி பொருளாகும். இப்பொருள்கள் நாளடைவில் தொடர்ந்து வினை யுற்று மிகப் பெரிய அரக்க மூலக் கூறுகளைத் தருகின்றன. மூலக் கூறுகளின் எடைகள் கூடுவதால், அவற்றின் பண்புகளில் மாறுதல்கள் ஏற்பட்டுப் பிளாஸ்டிக் பொருளில் வெடிப்புகள் (cracks) ஏற்படுகின்றன. இவ்வினைகள் நிறுத்தப்படாவிடில் பிளாஸ்டிக் பொருள், நொருங்கும் தன்மையைப் பெறுகின்றது. தொடர்ந்து வேதி வினைகள் நிகழ்வதைத் தடுக்கப்படும் பொருள் களையே நிலை நிறுத்திகள் என அழைக்கின்றோம். முத்து வெள்ளை, லெட்சிலிகேட், லெட், நாஃப்தினேட், லெட் ரெசினேட் போன்ற பொருள்கள் நிலை நிறுத்திகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உருவம் கொடுத்தல்

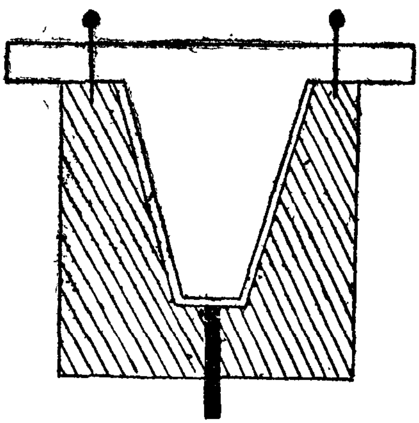
உயர், பலபடி சேர்மம், நிரப்பி, நிறப்பொருள், நெகிழ்வூட்டி, நிலைநிறுத்தி முதலிய பொருள்களைத் தகுந்த விகிதத்தில் கலந்துள்ள

கலவையை வெப்பப்படுத்தினால் அது இளகும். இளகின நிலையில் தகுந்த, அச்சுகளில் அமைத்து பொருளின் உருவம் கொடுக்கப் பட வேண்டும். இவ்வாறு உரு கொடுத்த பின்பு வெப்பத்தினால் இளகும் பிளாஸ்டிக் வகையாக இருப்பின் அதனைக் குளிரச் செய்து திடப்பொருளாக மாற்ற வேண்டும். வெப்பத்தினால் இறுகும் பிளாஸ்டிக்காக இருப்பின் உருக் கொடுத்த பின், திடப் பொருளாக மாறும் வரை தொடர்ந்து சில மணி நேரம் சூட்டிலேயே வைத்திருக்க வேண்டும்.

பிளாஸ்டிக்குகளின் பண்புகள், இறுதியில் அடைய வேண்டிய பொருளின் உருவம் போன்றவைக் கேற்ப தகுந்த முறையைத் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும். வியாபார ரீதியில் கடைபிடிக்கப்படும் முறைகளில், (அ) அச்சிலிட்டு அழுத்தி வார்த்தல் (ஆ) நுண் துளைவழியாக செலுத்தி வார்த்தல் (இ) திருகிப் பிழிந்து வார்த்தல் (ஈ) தகடுகளாக இழுத்தல் முதலிய முக்கிய முறை களாகும்.

(அ) அச்சிலிட்டு அழுத்தி வார்த்தல் (compression moulding)

அடி அச்சின் உட்பாகத்தில் போதிய அளவு பிளாஸ்டிக் கலவையை எடுத்துக் கொண்டு, அச்சை பிளாஸ்டிக்கின் இளகு நிலையை விடசற்று அதிக வெப்ப நிலைக்குச் சூடுபடுத்த வேண்டும்.



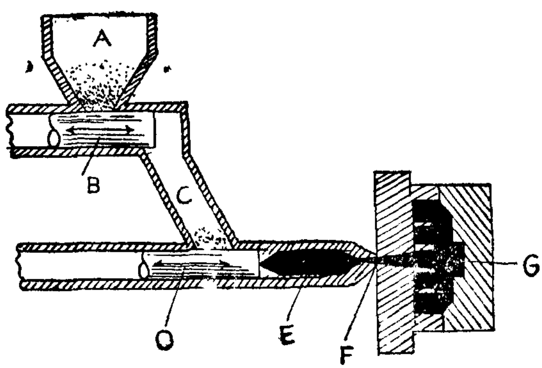
படம் 13.

இளகிய நிலையில் பிளாஸ்டிக் பொருள் இருக்கும் பொழுது, அச்சின் மேல் பாகத்தை நன்கு பொருத்த வேண்டும். இளகிய நிலையிலுள்ள பிளாஸ்டிக் அச்சிலுள்ள இடைவெளி முழுவதும் ஒரே சீராக பரவி விடும்.

பிளாஸ்டிக்கின் தன்மைக் கேற்ப, குளிரச் செய்தோ அல்லது தொடர்ந்து அதே வெப்ப நிலையில் வைத்திருந்தோ பொருள் இறுகும் வரை அச்சின் மேல் பாகத்தை திருகு ஆணி களினால் அதே இடத்தில் இருக்குமாறு செய்தல் வேண்டும். பிளாஸ்டிக் நன்கு திட நிலையை அடைந்தவுடன், அச்சின் பாகங்களைப் பிரித்து பிளாஸ்டிக் பொருள் வெளியே எடுக்கப்படு கின்றது. பிளாஸ்டிக் பொருள் அச்சில் ஒட்டிக்கொள்ளாமலிருக்கும் பொருட்டு, பிளாஸ்டிக் பொருளுடன் அச்சு தொடர்பு கொள்ளும் இடங்களில், எண்ணெய் தடவுதலும் உண்டு.

(ஆ) நுண் துளை வழியாக செலுத்தி வார்த்தல் (injection moulding)

சிக்கலில்லாத வார்ப்புகளில், வெப்பத்தினால் இளகும்பிளாஸ்டிக் வகைகளைப் பொருள்களாக வார்ப்பதற்கு இம்முறை சிறந்ததாக உள்ளது. படத்தில் காட்டியுள்ள சாதனத்திலுள்ள Aயில் பிளாஸ்டிக் கலவைப் பொருள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. B, என்ற உந்து தண்டை தக்க முறையில் இயக்கி ஒரு வார்ப்புக்குத் தேவையான கலவைப் பொருள் C-க்கு மாற்றப்படுகிறது. இக்கலவை O- என்ற உந்து தண்டால், Eஎனும் வெப்ப மண்டலத்திற்கு அழுத்தநிலை அனுப்பப் படுகிறது. இந்த மண்டலத்தின் வெப்பநிலை, பிளாஸ்டிக் இளகும் வெப்ப நிலைக்குச் சற்று அதிகமாக உள்ளது.



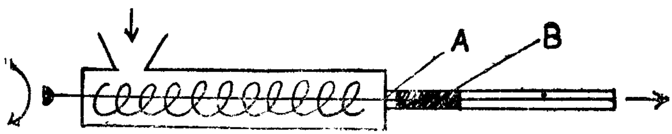
படம் 14.

பிளாஸ்டிக் பொருள் இங்கு இளகி F என்ற துவாரத்தின் வழியாக G என்ற அச்சினுள் அதிக அழுத்தத்தில் செலுத்தப் படுகின்றது. இளகிய நிலையிலுள்ள பிளாஸ்டிக் பொருள் அச்சு முழுவதும் ஒரே சீராக பரவி, பொருளின் அமைப்பைப்பெறுகின்றது. அச்சு குளிர்ந்த நிலையிலிருப்பதால், பிளாஸ்டிக் பொருள் இறுகி, திட நிலைமையைஅடைகின்றது. வெப்பத்தினால் இறுகும் பிளாஸ்டிக்

குகளை இம்முறையில் பொருள்களாக வார்க்கவேண்டுமானால் அச்சும் E-ன் வெப்ப நிலையில் சில மணி நேரம் வைத்திருந்து பிளாஸ்டிக் இறுகியவுடன் குளிர்வித்து பொருளை அச்சிலிருந்து வெளியில் எடுக்க வேண்டும்.

(இ) திருகில் பிழிந்து வார்த்தல் (Extrusion moulding)

இம்முறையில் பிளாஸ்டிக் கலவை இளக வைத்து இளகிய நிலையிலுள்ள பொருளை படத்தில் காட்டியுள்ளது போன்ற திருகு சாதனத்தின் வழியாக செலுத்தப் படுகின்றது. இளகிய பிளாஸ்டிக் Aஎன்ற துளையின் வழியாக அதிக அழுத்தத்தில் B-என்ற அச்சுக்கு செலுத்தப்படுகின்றது.

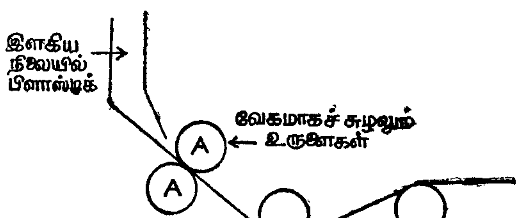


படம் 15.

இம்முறையில் தொடர்ந்து இளகிய பிளாஸ்டிக் பொருள் வெளி வந்து கொண்டிருக்கும். இம்முறையில் பிளாஸ்டிக் தண்டுகள், குழாய்கள் செய்யப்படுகின்றன.

(ஈ) தகடுகளாக இழுத்தல் (laminating)

இம்முறையில் இளகிய பிளாஸ்டிக் கலவை, படத்தில் காட்டியுள்ளது போன்ற (A,A) சுழலும் கனமான உருளைகளுக்கிடையே செலுத்தப் படுகின்றது. கலவை உருளைகளினால் அழுத்தப்பட்டுத் தகடு போன்ற அமைப்பைப் பெறுகின்றது.



படம் 16.

தகடுகளாக மாற்றப்பட்ட பிளாஸ்டிக் மேலும் பல உருளைகளின் மீது செலுத்தப்பட்டு, தக்க சூழ்நிலைகளில், இறுகச் செய்து

தகடுகளாகவோ, மெல்லிய பிலிம்களாகவோ மாற்றப்படுகின்றது.

பலப்படுத்தப்பட்ட பிளாஸ்டிக்குகள் (Reinforced plastics)

பிளாஸ்டிக் தகடுகளேப் பலமுற செய்வதற்காக இம்முறை கையாளப்படுகிறது. கண்ணுடி இழைகள் பெருமளவில் இதற்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இளகின பிளாஸ்டிக் பொருளுடன் தகுந்த அளவு கண்ணுடி இழைகளேக்கலந்து, தகடுகளாக இழுக்கப் படுகின்றனர். இதனுல் பிளாஸ்டிக் தகடு, எஃகுத்தகடுகளேயொத்த வலுவைப் பெறுகின்றது. இப்படிப்பட்ட தகடுகள், பந்தயக்கார் களேக்கட்டுவதற்கும், படகுகள் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றது.

துணி, பேப்பர் போன்ற மெல்லிய தகடு போன்ற அமைப்புள்ள பொருள்களே, பிளாஸ்டிக் பொருள் கரைந்துள்ள கரைசலில் அமுக்கி எடுத்து ஒன்றின் மேல் ஒன்ருக அடுக்குகின்றனர். அடுக்குகள் தேவையான பருமன் அடைந்தவுடன், அடுக்குகளே அதிக அழுத்தத்தில் வெப்பப்படுத்துகின்றனர்,

கரைப்பான் ஆவியாகி வெளியேறுகின்றது. பிளாஸ்டிக் பொருள், இளகி தகடுகளே ஒன்ருக ஒட்டிக்கொள்ளச் செய்கின்றன. பின்பு அதிக .அழுத்தத்திலேயே தகடுகளேக் குளிர்விக்கின்றனர். இம்முறையில் பலப்படுத்தப்பட்ட தகடுகள் கிடைக்கின்றன. இவ் வகை தகடுகளே, உணவு மேஜை, நாற்காலி, சுவர்கள் மீது ஒட்டு வதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

பொறியியற் பண்புகள் (Engineering properties)

தற்காலத்தில் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த ரப்பர், கண்ணுடி உலோகப்பொருள்களுக்குப்பதிலாகப்பிளாஸ்டிக் பொருள் கள் பொறியியலில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. எளிதில் பெரு மளவில் குறிப்பிட்ட அமைப்பில் பிளாஸ்டிக் பொருள்களே உற்பத்தி செய்யலாம். மேலும் இவை சில தனிச்சிறப்புகளும் பெற்றுள்ளன.

இயந்திரப் பண்புகள் (Mechanical properties)

பிளாஸ்டிக்குகளின் ஒப்பு அடர்த்தி 0.9 முதல் 1·6வரை உள்ளது. உலோகங்களின் ஒப்பு அடர்த்தியை ஒப்பிடும்பொழுது இது மிகவும் குறைவு. பிளாஸ்டிக்குகளின் இழுபலம் (Tensile strength) சுமார் 700கி.கி/செ.மீ^{2}ஆக உள்ளது. இது உலோகங்களின் இழுபலத்தில் நான்கில் ஒரு பாகமாகும். இருப்பினும் எடை இழு பலம் வீகிதம், பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு, உலோகங்களே விட அதிக மாக உள்ளது உலோகங்கள் எளிதில் அரிமானம் அடைகின்றன. எனவே உலோகங்களால் ஆன இயந்திர பாகங்களே அரிமானத்

திலிருந்து காப்பாற்ற வேண்டியுள்ளது. பிளாஸ்டிக் அரிமானம் அடைவதில்லை.

மின் பண்புகள் (Electrical properties)

பெரும்பாலான பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் மின் எளிதில் கடத்தியாக உள்ளன. எனவே மின் கரைப்பான்களாக இவைகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. சுவிட்சுகள், மின்போர்டுகள், மின் கம்பிகளுக்குப் போர்டை அமைத்தல் போன்ற பல்வேறு மின் சாதனங்களில் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

வெப்பப் பண்புகள் (Thermal properties)

பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் வெப்ப அரிதில் கடத்தியாக உள்ளது. பெரும்பாலானவை 120°Cலிருந்து, 180°Cக்குள் இளகும் பண்பையும் பெற்றிருத்தலால், வெப்ப அரிதில் கடத்தியாகப் பயன்படுவதில்லை, பாத்திரங்களின் கைப்பிடிகள், மின் பெட்டியின் கைப்பிடிகள் முதலியன செய்யப் பயன்படுகின்றன.

ஒளிசார் பண்புகள் (Optical properties)

சிலவகை பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் ஒளிஊடுருவும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் சிறு அதிர்ச்சிகளினால் இவை நொருங்குவதில்லை. பிளாஸ்டிக் கலவையில் தகுந்த நிறப்பொருள்களைக் கலந்து, பல்வேறு நிறங்களிலும் பெற முடியும். தகுந்த வேதிப் பொருள்களைக் கலப்பதன் மூலம், ஒளி சிதறும் (Tranlient) பண்புடைய பிளாஸ்டிக்கையும் பெறலாம். இக்காரணத்தினால் தொழிற்துறையில், கண்ணாடிக்குப் பதிலாகப் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

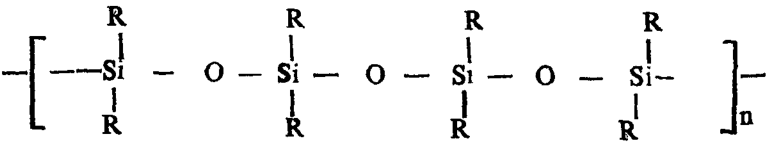
வேதிப் பண்புகள் (Chemical properties)

பெரும்பாலான பிளாஸ்டிக் பொருள்கள், அமிலங்களாலும் காரங்களாலும், பிற வேதிப்பொருள்களாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மேலும் ஈரம் காற்று இவற்றினாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அரிமானம் அடைவதில்லை. இக்காரணங்களினால் வேதிப் பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கப் பயன்படுகின்றன.

சிலிகோன்கள் (Silicones)

சிலிகோன்கள் ஒரு வகை கனிம, கரிம உயர் பலபடிகளாகும். இந்த மூலக் கூறுகளில் சிலிகான் அணுக்களும், ஆக்சிஜன் அணுக்களும், மாறி மாறி இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மீதமுள்ள சிலிகான், இணைத்திறன்களைப் பூர்த்தி செய்வதற்கு ஆல்கைல்

தொகுதிகள் சிலிகான் அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அமைப்பைக் கீழ்கண்ட வாய்பாடினுல் குறிக்கலாம்.

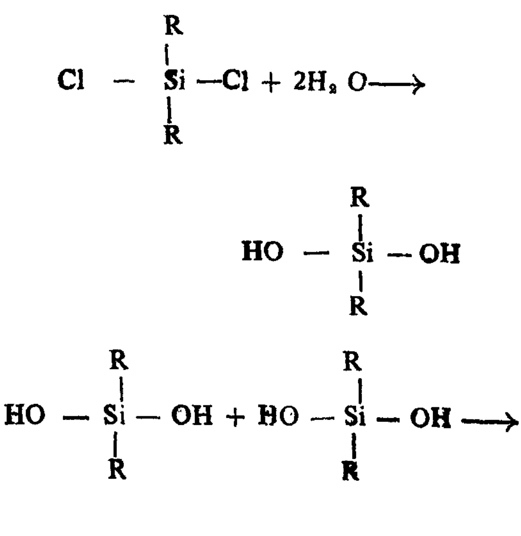


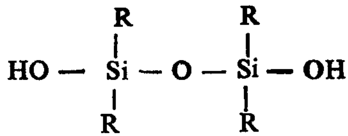
வாய்பாடில் R என்பது மிதைல் (CH_3 −) ஈத்தைல் (C_2H_5−) போன்ற ஏதாவதொரு ஆல்கைல் தொகுதியைக் குறிக்கின்றது. n-ன் மதிப்பு 20 முதல் 1000 வரை உள்ளது. எனவே R தொகுதியின் அமைப்பு, m-ன் மதிப்பு இவற்றை மாற்றுவதினுல் பல்லாயிரக் கணக்கான சிலிகோன்களைப் பெற முடியும்.

சிலிகோன்களைப் பெற பல வேதி வினைகள் நிகழ்த்த வேண்டியுள்ளது. தூய மணலுடன் மக்னீசியத்தை வினையுறச் செய்து சிலிகான் தனிமம் பெறப்படுகின்றது. சிலிகானுடன் தகுந்த ஆல்கைல் குளோரைடுகளை (R-cl) வினையுறச் செய்து குளோரோசிலியேன் பெறப்படுகின்றன. குளோரோசிலியேன் நீராற் பகுக்கப்பட்டு ஹைட்ராக்சி சேர்மங்கள் பெறப்படுகின்றன. இச்சேர்மங்களைத் தகுந்த சூழ்நிலையில் சுருக்கு வினைகளுக்கு உட்படுத்தினுல் பலபடி பொருள் கிடைக்கின்றது.

$$SiO_2 + 2Mg \longrightarrow 2MgO + Si$$

$$Si + 2Rcl \longrightarrow R_2\,SiCl_2$$





இந்த சுருக்கு வினையைத் தொடர்ந்து நிகழ்த்தும்பொழுது நீள மான, மிகப்பெரிய மூலக் கூறு கிடைக்கின்றது. மூலக் கூறின் நீளம் வேண்டுமளவு அடைந்த பின்பு, மூலக் கூறின் இறுதி ஹைட்ராக்சைடு உறுப்புகளுக்குப் பதிலாக, நிலையான உறுப்பு களைத் தகுந்த வேதி வினைகளால் உட்புகுத்துவதின் மூலம், சுருக்கு வினை தொடர்ந்து நிகழ்வது நிறுத்தப்பட்டு சிலிகோன் கிடைக் கின்றது.

சிலிகோன் ரப்பரைப் போன்று மீளும் தன்மையுள்ளது. ஆனால் வேதி நிலையுள்ளது. சிலிகோன் பிளாஸ்டிக் போன்று குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் இளகி உரு பெறக் கூடியது. ஆனால் எளிதில் தீப்பற்றுது. எனவே சிலிகோன்கள், ரப்பர் பிளாஸ்டிக்குகள் இவற்றின் நற்பண்புகளைப் பெற்றும், தீய பண்புகளைப் பெறும லும் உள்ளன.

மேலும் சிலிகோனின் பண்புகள் வெப்ப மாற்றத்தினால் மாறு தல் அடைவதில்லை. எளிதில் தேய்மானம் அடைவதில்லை. மிக்க நிலைத் தன்மை வாய்ந்தது. நீரை வெறுக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. மிக்க மின் எதிர்ப்புத் திறன் உள்ளது.

சிலிகோன்களின் பௌதிகத் தன்மைக்கேற்ப நீர்ம சிலிகோன் கள், நீர்ம-திட இடைநிலை சிலிகோன்கள், திட சிலிகோன்கள் என மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

நீர்ம சிலிகோன்கள் மசகுப் பொருளாகப் பயன்பபடுத்தப்படு கின்றன. நீர்ம-திட நடுநிலை சிலிகோன்கள். அச்சுகள் எடுக்கவும், மாதிரிப் பொருள்கள் செய்யவும் பயன்படுகின்றன, திட சிலி கோன்கள், ரப்பர் பிளாஸ்டிக் பொருள்களுக்கு மாற்றுப் பொருள் களாகப் பயன்படுகின்றன.

சிலிகோன்கள் பிளாஸ்டிக் பொருள்களை விடப் பல சிறந்த நற் பண்புகளைப் பெற்றிருந்தும் அவை அதிக அளவில், வியாபார ரீதி யில் நம் நாட்டில் செய்யப்படவில்லை. சிலிகோன்களைப் பெறும் வினைகளில் முதல் வினை சிலிகான் தனிமத்தை சிலிகானிலிருந்து பெறுவதாகும். இவ் வினைக்கு அதிக விலையுள்ள மக்னீசியத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளதால் வியாபார ரீதியில் இலாபகரமாக இல்லை. சிலிகோன் தனிமத்தை எளிய முறையில் பெற வழி கண்டு பிடிக்கப் பட்டால் பிளாஸ்டிக் யுகம் சிலிகோன் யுகமாக மாறி விடும்.

6. நிலைமை விதி

(Phase rule)

வேதிச் சமநிலையை, ஒரு படித்தான சமநிலை (Homogeneous equilibrium) என்றும் சமச் சீரற்ற சமநிலை (Hetrogeneous equilibrium) என்றும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒருபடித்தான சமநிலையிலுள்ள வினைகளை நிறைதாக்க விதியை (law of mass action) பயன்படுத்தி எளிதில் விளக்கலாம். பல வடித்தான சம நிலையிலுள்ள வேதி வினைகளை விளக்க நிலைமை விதி பயன்படுகிறது.

வில்லியர்ட் சிப்ஸ் என்ற விஞ்ஞானி 1878-ல் நிலைமை விதியை வரையறுத்தார். இந்த வரையறையை, வார்த்தைகளால் விளக்குவதை விட கணித முறையில் ஒரு சமன்பாட்டின் மூலம் குறிக்கலாம்.

$$P + F = C + 2$$

இதில் 'P' என்பது சமநிலையிலுள்ள பொருள்களின் நிலைமைகளின் (No. of Phases) எண்ணிக்கையைக் குறிக்கின்றது. 'F' என்பது கட்டின்மை எண்களைக் குறிக்கும். 'C' என்பது, சம நிலையிலுள்ள கூறுகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும்.

நிலைமை (Phase)

பொருள்கள் வாயுநிலை, நீர்மநிலை, திண்மநிலை, என்ற மூன்று நிலைகளில் இருக்க முடியும். நிலைமை என்பது சமச்சீர்உள்ளதாயும் (Homogenous equilibrium) பிற நிலைமைப் பொருள்களிலிருந்து, நான்கு எல்லை வரம்புகளால் பிரிக்கப்பட்டும் இருக்கும். நிலைமைகளின் எண்ணிக்கையைக் கண்டறிய சில எடுத்துக் காட்டுகளைத் காண்போம்.

ஒரு முகவையில் நீர் மட்டும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இந்த நீர் முற்றிலும், சமச் சீருள்ளதாயுள்ளது. எனவே இச்சம நிலையில் ஓர் நிலைமை தானுள்ளது.

ஒரு முகவையில், நீரும், பனிக்கட்டியும் (ice) சமநிலையில் (0°C) உள்ளதாகக் கொள்வோம். இந்நிலையில் நீர், சமசீருள்ளதாயும், பனிக்கட்டியினின்று, நன்கு தெரியும் எல்லை வரம்புகளால் பிரிக்கப் பட்டும் உள்ளது. அவ்வாறே பனிக்கட்டி முழுமையும் சமச்சீருள்ள தாயும், நீரினின்று, எல்லை வரம்புகளால் பிரிக்கப்பட்டும் காணப்

படுகிறது. இச்சமநிலையில் நீர் ஒரு நிலைமை, பனிக்கட்டி ஒரு நிலைமை, எனவே இச்சமநிலையில் இரண்டு நிலைமைகள் உள்ள தாகக்கொள்ள வேண்டும்.

ஒரு சமநிலையில், நீரும் நீராவியும் (100°C) இருப்பதாகக் கொள்வோம். இச்சமநிலையில் நீரும், நீராவியும் இரு நிலைமைகளாக உள்ளன. ஒவ்வொரு நிலைமையும், தன்னுள் சமச்சீராகவும், மற்ற நிலைமையினின்று வேறுபட்டும் நன்கு எல்லை வரம்புகளால் பிரிக்கப் பட்டும் உள்ளது. இச்சமநிலையில் இருநிலைமைகள் உள்ளன.

நீரும், ஆல்கஹாலும் கலந்த கலவையை எடுத்துக்கொள்வோம். நீர் ஆல்கஹாலுடன் எல்லா விகிதத்திலும் கலக்கக் கூடியது. எனவே கலவையில் நீரும் ஆல்கஹாலும் ஒரே சமசீராக உள்ளன. மேலும்அவற்றை இரண்டாகப்பிரித்துக்காட்டும் எல்லைக்கோடுகளும் காணப்படமாட்டா. எனவே இச்சமநிலையில், இரு பொருள்களிருப் பினும் ஒரே நிலைமை தானுள்ளது.

ஒரு குறிப்பிட்ட சமநிலையில், நீரும், பனிக்கட்டியும், நீராவியும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இச்சமநிலையில், நீர், பனிக்கட்டி, நீராவி என்ற மூன்று நிலைமைகள் உள்ளன. ஒவ்வோர் நிலைமையும் தன்னுள் சமச்சீராகவும், பிற நிலைமைகளினின்று நன்கு தெரியும் எல்லைக் கோடுகளால் வேறுபடுத்தப்பட்டும் உள்ளது.

ஆக்ஸிஜனும், நைட்ரஜனும் கலந்துள்ள வாயுக் கலவையை எடுத்துக் கொள்வோம். இரண்டு வாயுக்களும் இரண்டறக்கலந் துள்ளன. மேலும் இரு வாயுக்களும் கலவையில் இருப்பினும் அவைகள் தெரியும் எல்லை வரம்புகளால் பிரிக்கப்படாமல், ஒரேசமச் சீராயுள்ளது. எனவே இந்த சமநிலையில் ஒரே நிலைமைதானுள்ளது.

வாயுப்பொருட்கள் எளிதில் எல்லா விகிதத்திலும் கலந்து, ஒரே சமச்சீருள்ள கலவையைத் தருவதால், எத்தனை வாயுப் பொருட்கள் கலவையில் இருப்பினும், அந்தச்சமநிலையில் நிலைமை ஒன்றுகத் தானிருக்கும்.

எவ்விகிதத்திலும் கலக்கும் நீர்மப்பொருட்களாயிருப்பின், அப் பொழுதும் நிலைமை ஒன்றே. ஆனல் ஒன்றுடன் ஒன்று கலவாத நீர்மக் கலவையில், அவற்றின் தன்மைக்கேற்ப நிலைமைகளின் எண்ணிக்கையிருக்கும். மண்ணெண்ணையும், நீரும் கலந் திருப்பின் நிலைமை இரண்டாகும். பாதரசமும நீரும் கலந்திருப் பின் நிலைமை இரண்டாகும். பாதரசம், நீர், மண்ணெண்ணை மூன்றும் கலந்திருப்பின் நிலைமை மூன்றுகும்.

திடப் பொருள்கள், மிக நன்கு கலக்கப்படினும், ஒவ்வொரு திடப் பொருளும், அதன் அருகிலுள்ள திடப் பொருளினின்று, வேறுபட்டு நன்கு தெரியும் எல்லைக்கோட்டினுல் பிரிக்கப்பட்டு இருக்கும். எனவே ஓர் சமநிலையில் எத்தனை திடப் பொருள்கள் உள்ளனவோ அவ்வளவு நிலைமைகள் உள்ளதாகக் கொள்ளல் வேண்டும். ஆனுல் திண்மக்கரைசல் ஏற்படும் பொழுது மட்டும் சற்றுக் கவனமாக நிலைமைகளின் எண்ணிக்கையைக்கணக்கிடுதல் வேண்டும்.

கூறு எண் (components)

சமச்சீரில் காணப்படும், ஒவ்வொரு நிலைமையின் இயைபையும் (composition) ஒவ்வொரு வேதி வாய்பாடினுல் குறிக்க முடியும். சமநிலையிலுள்ள எல்லா நிலைமைகளையும், குறிக்கத் தேவைப்படும். குறைந்த அளவு வேதி வாய்பாடுகளின் எண்ணிக்கையே, அந்தச் சமநிலையில் காணப்படும் "**கூறு எண்**" எனக் கொள்ளல் வேண்டும்.

ஒரு சமநிலையில் நீரும் பனிக்கட்டியும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். நீர், H_2O என்ற வாய்பாடாலும், பனிக்கட்டி H_2O என்ற அதே வாய்பாடாலும் குறிக்கப்படுகின்றது. எனவே சமநிலையிலுள்ள இரு நிலைமைகளையும் குறிக்கத் தேவைப்படும், வேதி வாய்பாடு H_2O என்ற ஒரே வாய்பாடுதான். எனவே இச்சமநிலையில் நிலைமைகள் இரண்டாக இருப்பினும் கூறு எண் ஒன்று தான்.

சோடியம் குளோரைடு உப்பு நீரில் கலந்துள்ள ஓர் தெவிட்டாத கரைசலை எடுத்துக்கொள்வோம். கரைசலில் நீர் மூலக்கூறுகளும், சோடியம் குளோரைடு மூலக்கூறுகளும் உள்ளன. இது தெவிட்டாத கரைசலாகையால், கரைசல் சமச்சீருள்ளதாயும், உப்பும், நீரும் எல்லைக்கோட்டினுல் பிரித்துக் காண்பிக்கப் படாமலும் உள்ளன. எனவே இச்சமநிலையில் நிலைமை ஒன்ருக உள்ளது. இந்த நிலைமையை வேதிச் சமன்பாட்டால் குறிக்க வேண்டுமாயின் $H_2O + yNacl$ எனக்குறிப்பிட வேண்டும். சமநிலையிலுள்ள நிலைமையைக் குறிக்க இரு வேதி வாய்பாடுகள் தேவைப்படுகின்றன. இச்சம நிலையில், நிலைமை ஒன்ருக இருப்பினும், கூறு எண் இரண்டாக உள்ளது.

கால்சியம் கார்பனேட்டை ஒரு மூடியுள்ள பாத்திரத்தில் வைத்து வெப்பப்படுத்தினுல், ஒரு பல படித்தான சமநிலை எய்தப் படுகிறது. சமநிலையில், கால்சியம், கார்பனேட், கால்சியம் ஆக்சைடு, என்ற திண்மப் பொருட்களும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு என்ற வாயுப் பொருளும் உள்ளன. இச்சமநிலையைக்கீழ்க்காணும் வேதிச் சமன் பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$$

சமநிலையில், கால்சியம் கார்பனேட், கால்சியம் ஆக்சைடு கார்பன் டை ஆக்ஸைடு, என்ற மூன்று நிலைமைகள் உள்ளன. மூன்று நிலைமைகளும் முறையே $CaCO_3$, CaO, CO_2 என்ற வேதி வாய்பாடுகளால் குறிக்கப்படுகின்றன. இந்த மூன்று நிலைமை களையும் ஏதாவது இரு வாய்பாடுகளைக் கொண்டே கணிதமுறையில் குறிக்க முடியும்.

எடுத்துக் காட்டாக $CaCO_3$, CaO என்ற இரு வாய்பாடுகளை மட்டும் எடுத்துக் கொள்வோம். மூன்று நிலைமைகளையும் கீழ்க் கண்டகணித முறையில் குறிப்பிடலாம்.

$$CaCO_3 = CaCO_3 + O\,CaO$$
$$CaO = O\,CaCO_3 + CaO$$
$$CO_2 = CaCO_3 - CaO$$

எனவே $CaCO_3$, CaO என்ற இரு வேதி வாய்பாடுகளைப் பயன் படுத்தி, மூன்று நிலைமைகளையும், கணித முறையில் குறிக்கக் கூடுமாதலால், இச்சமநிலையில் இரு கூறு எண்களே உள்ளன.

கட்டின்மை எண்கள் (Degrees of Freedom)

ஒரு சமநிலையைக் குறிப்பிடும் பொழுது, அதன் வெப்பநிலை (Temperature) அழுத்தநிலை (Pressure) அடர்வு நிலை (concentration) போன்ற மாறுபடும் நிபந்தனைகளில் (conditions)சிலவற்றைக் குறிக்க வேண்டும். பல படித்தான சமநிலையில், நிலைமைகள் மாறு படாமலிருக்கத் தேவைப்படும் குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள மாறு படும் நிபந்தனைகளின் எண்ணிக்கையே, அச்சமநிலையின், கட்டின்மை எண்கள் என அழைக்கப்படுகின்றது. கட்டின்மை எண்களைப்பற்றி நன்கு அறிய ஓர் ஒரு கூறு அமைப்பை எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு அறியலாம்.

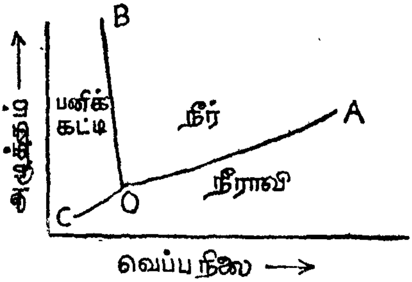
ஒரு கூறு எண் அமைப்பு (One component system)

திண்மம், நீர்மம், வாயு நிலைகள் என்ற மூன்று நிலைமைகளிலும் நீர் இருக்க முடியும். மூன்று நிலைகளிலுமுள்ள நீரை H_2O என்ற ஒரு வேதி வாய்பாடால் குறிக்கலாம். எனவே இதனை ஒரு கூறு எண் அமைப்புக்குச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டாகக்கொள்ளலாம்.

பனிக்கட்டி–நீர்–நீராவி அமைப்பு (Ice-water-vapour system)

ஒரு பொருளின் பல நிலைமைகள் சமநிலையிருக்க வேண்டிய கட்டின்மைகளை விளக்கும் வரை படத்திற்கு (graph) நிலைமை

விளக்கப்படம் (Phase diagram) எனப்பெயர். திண்ம, நீர்ம, வாயு நிலைகளில் நீர் சமநிலையிருக்கும் பொழுதுள்ள நிபந்தனைகளைக் காட்டும் விளக்கப்படம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.



படம் 17.

படத்தில் AO, BO, இரு கோடுகளுக்கு இடையிலுள்ள பரப்பு (Area) நீர்ம நிலையிலுள்ள நீரைக் குறிக்கின்றது. இப் பரப்பிலுள்ள ஏதாவதொரு குறிப்பிட்ட புள்ளி (point)யைக் குறிக்கவேண்டுமாயின், வெப்பநிலை, அழுத்தம் இரண்டும் குறிப்பிடுதல் வேண்டும். எனவே நீர் மட்டும் நிலைமையாக உள்ள சமநிலையைக் குறிக்கத் தேவைப்படும், கட்டின்மை எண்கள் இரண்டாகும். இந்த உண்மை நிலைமை விதியைப் பயன்படுத்தியும் அறியலாம்.

$$P + F = C + 2$$

$$P = 1 \text{ (நீர் — நீர்மநிலை)}$$

$$C = 1 \text{ (நீர் — } H_2O\text{)}$$

$$1 + F = 1 + 2$$

$$F = 2$$

அல்லது நீர்ம நிலையிலுள்ள நீர் மட்டும் நிலையில் இருப்பதைக் குறிக்க இரு கட்டின்மை எண்களை (degrees of freedom) குறிப்பிட வேண்டும்.

AO, OC கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள பரப்பு நீர், வாயு நிலையிலுள்ளதைக் குறிக்கின்றது. இப்பரப்பிலும் ஏதாவதொரு புள்ளியைக் குறிக்க இருகட்டெண்கள் தேவைப்படுகின்றன.

இது போன்ற OB, OC என்ற இரு கோடுகளுக் கிடையேயுள்ள பரப்புநீர், திண்ம நிலையில் பனிக்கட்டியாக உள்ள நிலையைக் குறிக்கும். இப் பரப்பிலும் ஒரு புள்ளியைக் குறிக்க கட்டின்மை தேவைப்படுகின்றன.

எனவே ஒரு கூறு எண் அமைப்பிலுள்ள, ஏதாவதொரு நிலைமையின் குறிப்பிட்ட புள்ளியைக்குறிக்க இரண்டு நிபந்தனைகள் அவசியமென்பது வரை படத்தின் மூலம் அறிகிறோம். இதே உண்மை நிலைமை விதியின் மூலமும் அறியப்படுகிறது

OA என்ற கோடு, நீர்ம நிலையிலும் வாயு நிலையிலும், நீருள்ளதைப் பிரித்துக்காட்டும் கோடாகும். இக்கோட்டிலுள்ள ஏதாவதொரு இடத்தைக் குறிப்பிட வெப்பநிலை அல்லது அழுத்தம் இவற்றில் ஏதாவதொன்றைக் குறிப்பிட்டால் போதும். எடுத்துக் காட்டாக ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் நீரும், ஆவியும் சம நிலையிலுள்ளதாகக் கூறுவோம். இப்புள்ளி, வெப்ப நிலையைக் குறிக்கும் x அச்சிலிருந்து, அந்தக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை வழியாகச் செல்லும், செங்குத்துக்கோடு OA கோட்டை வெட்டும் இடத்தில்தான் நீர்ம நிலையிலும், ஆவிநிலையிலும், நீர் சம நிலையில் இருக்க முடியும். இந்நிலையைக் குறிக்க, வெப்பநிலை என்ற ஒரு கட்டின்மை எண் மட்டும் போதுமானது. இவ்வுண்மையை நிலைமை விதியைப் பயன்படுத்தியும் அறியலாம்.

நீர்ம நிலையிலும், வாயு நிலையிலும் நீர் சம நிலையிருக்கும் பொழுது நிலைமைகள் இரண்டாகவும் கூறு எண் ஒன்றுகவும் உள்ளது.

$$P + F = C + 2$$
$$P = 2 \text{ (நீர்ம, வாயு நிலையிலுள்ள நீர்)}$$
$$C = 1 \text{ (நீர் — } H_2O\text{)}$$
$$2 + F = C + 2$$
$$F = 1$$

எனவே நீர்ம நிலையும், வாயு நிலையும் சம நிலையில் இருக்கும் பொழுது குறிப்பிட வேண்டிய கட்டின்மை எண் ஒன்றுகும்.

இக்கோட்டிலுள்ள ஒரு புள்ளியைக் குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலைக்குப்பதிலாக, சமநிலையில் இருக்க வேண்டிய அழுத்தத்தையும் குறிப்பிடலாம். அப்பொழுதும் சமநிலையைக்குறிக்கத் தேவைப்படும் கட்டின்மை எண் ஒன்றுதான் என அறியலாம்.

OB, என்ற கோடு திண்ம நிலையிலும் நீர்ம நிலையிலுமுள்ள நீரின் சமநிலையைக் குறிக்கும் நிலைமை வரைபடக் கோடாகும். இக் கோட்டிலுள்ள ஏதாவதொரு புள்ளியைக் குறிக்க அழுத்தம் வெப்பநிலை இவற்றில் ஏதாவதொரு நிபந்தனையைக் குறித்தால் போதும். எனவே இச்சமநிலையிலும், கட்டின்மை எண் ஒன்றே யாகும்.

நிலைமை வரை படத்திலுள்ள 'OC' என்ற கோடு திண்ம நிலையிலும், வாயு நீர் நிலையிலும் சம நிலையாக இருப்பதைக் குறிக்கும் கோடாகும். இக்கோட்டிலுள்ள ஒரு புள்ளியைக் குறிக்க, வெப்பநிலை, அல்லது அழுத்தம் குறிப்பிட்டால் போதுமானது. எனவே இச்சமநிலையிலும் கட்டெண் ஒன்றென அறியப்படுகின்றது.

நிலைமை விதியை இச்சம நிலைகளுக்குப் பயன்படுத்தும் பொழுது, இதே உண்மை பெறப்படுகின்றது.

பனிக்கட்டி, நீர், நீராவி ஒரு கூறு எண் அமைப்பைக் காட்டும். நிலைமை விளக்கப் படத்தில் 'O' என்ற புள்ளி, திண்ம, நீர்ம, வாயு நிலைகளில் நீர் சமநிலையுள்ளதைக் குறிக்கின்றது. இப்புள்ளி ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையும் (+. 0098° C) ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தையும் 4.58 மி.மீ குறிக்கின்றது. இந்த வெப்பநிலையும், அழுத்த நிலையும், ஒருங்கே அமையாவிடில் நீர் மூன்று நிலைமைகளிலும், சமநிலையில் இருக்க முடியாதென்பது அறியப்படுகின்றது. சமநிலையில், திண்ம, நீர்ம, வாயு நிலைகள் நீர் இருக்கின்றதெனக் கூறினால், வெப்பநிலை அழுத்தம் முதலிய குறிப்பிடத் தேவையில்லை.

எனவே இச்சம நிலையில் கட்டின்மை எண் பூச்சியமாகும்.

இதே அனுமானத்தை நிலைமை விதியைப் பயன்படுத்தியும் பெறலாம். திண்ம, நீர்ம, வாயு நிலைகளில் நீர் சமநிலையிலிருக்கும் பொழுது நிலைமைகள் மூன்றாகவும், கூறு எண் ஒன்றாகவும் உள்ளது.

$$P + F = C + 2$$
$$P = 3$$
$$C = 1$$
$$3 + F = 1 + 2$$
$$F = 0$$

கட்டின்மை எண் பூச்சியமென்றால், இச் சமநிலையைக் குறிப்பிடும் பொழுது எவ்வித நிபந்தனையும் கூற வேண்டுவதில்லையென்பது தெளிவாகின்றது.

இரு கூறுகள் கொண்ட உலோகக்கலவை அமைப்புகள்: (Two component alloy systems)

நிலைமை விதி, உலோகக் கலவைகளின் அமைப்புகளைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது. பெருமளவில் உலோகக் கலவைகள் திறந்திருக்கும் கலன்களில், ஒரு வாயு மண்டல அழுத்தத்தில் செய்யப்படுகின்றன. இச்சூழ்நிலையில் திண்ம, நீர்ம சமநிலையே ஆராயப்படுகின்றது.

திண்ம, நீர்ம, சமநிலைகள் ஆவி அழுத்தங்களினால் அதிகமாக மாற்றங்களடைவதில்லை. இவ்வகைச் சமநிலைகளில்

நிலைமை விதியைப் பயன்படுத்தும் பொழுது, மாறுபடக் கூடிய கட்டின்மை எண்களின் ஒன்றுன அழுத்தம் நிலையாக மாறுபடாமல் உள்ளது. எனவே நிலைமை விதியை, மாற்றி அமைத்து பயன் படுத்துகிறேம். இதனைச் சுருக்கப்பட்ட நிலைமை விதியென அழைப்பதுண்டு.

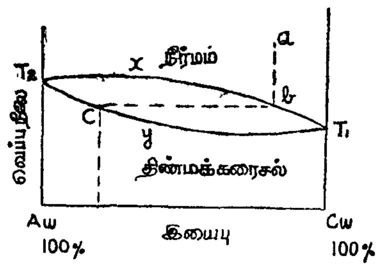
சுருக்கப்பட்ட நிலைமை விதி (Condensed phase rule)

$$P + F = C + 1$$

மிக எளிய உலோகக் கலவை நிலைமை விளக்கப் படங்களை, மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன:
(அ) இடைவிடாது தொடர்புள்ள திண்ம நிலைக்கரைசல்கள்
(ஆ) சுத்தமான கூறுகளைக் கொண்ட திண்ம நிலைமைகள்
(இ) இடை நிலை திண்மச் சேர்மத்தைக் கொடுக்கும் அமைப்புகள்.

(அ) இடைவிடாது தொடர்புள்ள திண்ம நிலைக் கரைசல்கள்: (continuous series of solid solutions)

இவ்வகைக்குச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டாகத் தங்கமும் (gold) தாமிரமும் (Copper) கலப்பதால் உருவாகும் உலோகக் கலவையின் நிலைமையை விளக்கப் படத்தைக் கொள்ளலாம்.



படம் 18.

மேலேயுள்ள நிலைமை விளக்கப் படத்தில் x அச்சு தங்க, தாமிரக் கலவையின் இயைபுவைக் குறிக்கின்றது. y அச்சுக்கள் வெப்ப நிலையைக் குறிக்கின்றன. T_1 வெப்ப நிலை தூய தாமிரத்தின் உருகு நிலையையும் T_2 வெப்ப நிலை தூய தங்கத்தின் உருகு நிலையையும் குறிக்கின்றன. T_2, x, T_1 கோட்டிற்கு மேல் ஒரே சமச் சீராயுள்ள நீர்மம் உள்ளது. T_2, y, T_1 கோட்டிற்கு கீழ் சமச் சீருள்ள திட நிலைக் கரைசலிலுள்ள திண்மம் உள்ளது. இரு கோடுகளுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பில் திண்மப் பொருளும், நீர்மப் பொருளும் உள்ள நிலைமைகளைக் குறிக்கின்றது.

நிலைமை விளக்கப் படத்தில் a என்ற புள்ளியை எடுத்துக் கொள்வோம். அந்தப் புள்ளி ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில், தாமிரமும், தங்கமும், நீர்ம நிலையில் கலந்துள்ள சமச் சீருள்ள கலவையைக் குறிக்கின்றது. இப்புள்ளியிலுள்ள சமச் சீருள்ள

நீர்மக் கலவையைக் குளிரச் செய்தால் b வெப்ப நிலையை அடைந்தவுடன் திண்ம படிகங்கள் தோன்ற ஆரம்பிக்கின்றன. C என்ற புள்ளி குறிக்கும் இயைபுடைய படிகங்கள் தோன்றுகின்றன. இப்படிகங்கள் சமச்சீருள்ள திண்மக் கரைசலாக உள்ளது.

நீர்ம நிலையிலிருந்து படியும் திண்மப் பொருள், சுத்தமான திண்மப் பொருளாக இல்லாமல், சமச்சீருள்ள திண்மக் கரைசலாக உள்ளது. இரு திண்மப் பொருள்களும், முற்றிலும் கலக்கும் நீர்மங்களைப் போன்று, ஒன்றிலொன்று கலந்து, சமச் சீருள்ள திண்மக் கரைசலைத் தருவதால், ஒரு திண்ம நிலைப் பொருளைவிட அதிகமாகப் பெறுவது இயலாததாகும் திண்மக் கரைசலும், ஒரே நிலைமையில் தானிருக்கும். நீர்மக் கரைசலும் சமச் சீராயுள்ளதால் ஒரே நிலைமையில் தானிருக்கும்.

சுருக்கப்பட்ட நிலைமை விதிப்படி

$$P + F = C + 1$$
$$P = 2$$
$$C = 2$$
$$2 + F = 2 + 1$$
$$F = 1$$

எனவே இவ்வகை சமநிலையில் கட்டின்மை எண் ஒன்றாகத் தான் இருக்க முடியும். எச் சூழ்நிலையிலும் இது பூச்சியமாக மாறாது.

இடைவிடாது தொடர்புள்ள திட நிலை கரைசல்களை மேலும் மூன்று உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன (1) எல்லா கலவைகளின் உறை நிலைகளும் சுத்தமான இரு கூறுகளின் உறை நிலைகளுக்குள் அடங்கியுள்ள அமைப்பு (2) மேல் மட்டமுள்ள உறைநிலைக் கோடுகளைக் கொடுக்கும் அமைப்பு (3) கீழ் மட்டமுள்ள உறைநிலைக் கோடுகளைக் கொடுக்கும் அமைப்பு.

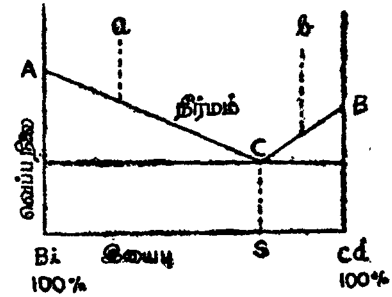
(ஆ) சுத்தமான கூறுகளைக் கொண்ட திண்ம நிலைமைகள்:

இவ் வகைக்குச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டாக, பிஸ்மத், காட்மியம் உலோகக் கலவை, நிலைமை விளக்கப் படத்தைக் கொள்ளலாம்.

படத்தில் பிஸ்மத், காட்மியம் இவற்றின் இயைபுகளை x அச்சு குறிக்கின்றது. y அச்சு வெப்ப நிலையைக் குறிக்கின்றது. A C B கோட்டுக்கு மேல் சமச் சீரிலுள்ள நீர்க் கலவையுள்ளது.

இந்த நீர்மக் கலவையைக் குளிர விட்டால், உறைநிலையை அடைந்து திடப்பொருள் பிரியும், உறை நிலையின் மதிப்பு நீர்மக்

கலவையின் இயைபைப் பொறுத்திருக்கும். A C என்ற கோடு பிஸ்மத் தனிமம், கலவையில் அதிக அளவில் இருக்கும் போது இயைபுகளின் உறைநிலையைக் குறிக்கின்றது. B C என்ற கோடு காட்மியம் கலவையில் அதிக அளவில் இருக்கும் இயைபு களின் உறைநிலையைக் குறிக் கின்றது.



படம் 19.

a என்ற புள்ளியிலிருந்து நீர்மக் கலவையைக் குளிரச் செய்தால் A C என்னும் கோடு அடைந்தவுடன் தூய பிஸ்மத்-திண்ம படிகப் பொருளாகப் படிகின்றது. தொடர்ந்து குளி ரச் செய்கையில் உறைநிலை, A C என்னும் கோடு வழியாக மாறுத லடைகின்றது.

இது போன்றே b என்ற புள்ளியிலுள்ள நீர்மக் கலவையைக் குளிரச் செய்தால், அதுB C கோடு அடைந்தவுடன் காட்மியம் தூய நிலையில் திண்மப் படிகங்களாகப் பிரிகின்றன. மேலும் குளிரச் செய்கையில், அதன் உறைநிலை BC என்ற கோடு வழியாக மாறு தலடைகின்றது.

AC, BC என்ற இரு கோடுகளும் வெட்டும் புள்ளியான C யில் பிஸ்மத், காட்மியம், இரண்டு திண்மப் பொருள்களும் சமச்சீருள்ள கலவை நீர்மத்துடன் சமநிலையிலுள்ளன. எனவே இச்சமநிலையில் மூன்று நிலைமைகளும், இரு கூறுகளும் உள்ளன. சுருக்கப்பட்ட நிலைமை விதிப்படி,

$$P + F = C + 1$$
$$P = 3$$
$$C = 2$$
$$3 + F = 2 + 1$$
$$F = 0$$

கட்டின்மை எண் பூச்சியமாகிவிடுகின்றது. அதாவது நீர்மமும், இரு தனிம திண்மப் பொருள்களும் சமநிலையிலுள்ளதெனக்கூறும் பொழுது C என்ற புள்ளி வரையறுக்கப்பட்டு விடுகின்றது.

இந்தப்புள்ளியே இரு திண்மப் பொருள்களும், நீர்மமும், சம நிலையிலிருக்கக்கூடிய கீழ் மட்ட வெப்ப நிலையாகும். எனவே இரு பொருளையும் கொண்ட எந்தக் கலவையின் உருகு நிலையும் C என்ற

புள்ளி குறிக்கும் உருகு நிலையை விடக்குறைவாக இருக்கமுடியாது. இப்புள்ளிக்கு நல்லுருகப் புள்ளி (Eutectic point) எனப்பெயர்.

நல்லுருகப் புள்ளி (Eutectic point).

ஒத்த தன்மையுள்ள உலோகங்களிலிருந்து பெறப்படும் பெரும்பாலான உலோகக் கலவைகளின் நிலைமை விளக்கும் படங்களில், நல்லுருகப்புள்ளி அமைந்திருப்பதைக்காணலாம். சில சமயங்களில் கலவையில் பங்கேற்கும் தனிமங்களில் ஒன்று உலோகமாகவும், மற்றொன்று அலோகமாகவும் இருக்கலாம்.

வெப்பநிலை, நல்லுருகப் புள்ளியை அடைந்தவுடன் நீர்மம் முழுமையும், திண்மமாக மாறுகின்றது. இத்திண்மத்தின் இயைபை S என்ற புள்ளி படத்தில் காட்டுகின்றது. ஓர் வாயு மண்டல அழுத்தத்தில், உலோகக் கலவை தயாரிக்கப்படும் பொழுது நல்லுருகப் புள்ளியும் ஒரு குறிப்பிட்ட இயைபுடைய உலோகக் கலவையையும், அதன் உருகு நிலையையும் குறிக்கின்றது. இந்த உலோகக் கலவைக்கு நல்லுருகக் கலவை என்று பெயர்.

நல்லுருகக் கலவை குறிப்பிட்ட இயைபு உடையதாயும் குறிப்பிட்ட உருகு நிலையைப் பெற்றிருப்பினும் இதனை ஓர் உலோகச்சேர்மம் (Compound) எனக்கருத முடியாது. நல்லுருகக் கலவையின் இயைபும் உருகு நிலையும், வேறு அழுத்தங்களில், உலோகக்கலவை தயாரித்தால் மாறுதல் அடைகின்றது.

சில எளிய உலோகக் கலவைகளில் காணப்படும் நல்லுருகக் கலவைகளின் உருகு நிலையும், கலவையில் பங்கேற்கும் தனிமங்களின் உருகு நிலைகளும் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளது.

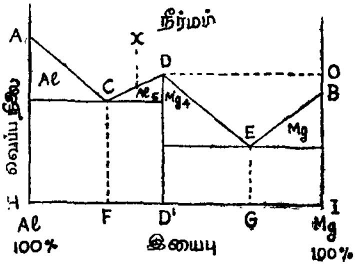
A	A-யின் உருகு நிலை	B	B-யின் உருகு நிலை	நல்லுருகக் கலவையின் உருகு நிலை
ஆர்டிமனி	630 C	காரீயம்	326°C	246°C
பிஸ்மத்	268 C	காட்மியம்	317°C	146°C

(இ) இடை நிலை திண்மச் சேர்மத்தைக் கொடுக்கும் அமைப்புகள்:
(intermediate compound systems)

அலுமினியமும், மக்னீசியமும் கலப்பதால் ஏற்படும் உலோகக் கலவையைக் காண்பிக்கும் நிலைமை விளக்கப் படத்தில் இரு

நல்லுருகப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. இதன் அமைப்பு கீழேயுள்ள படத்தில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

படத்தில் காட்டியுள்ளபடி அலுமினியமும், மக்னீசியமும் இணைத்து $Al_5 Mg_4$ என்ற சேர்மம் உருவாகின்றது. இச்சேர்மத்தின் உருகு நிலை O என்ற புள்ளி குறிக்கின்றது. AC, CD, DE, EB கோடுகளுக்கு மேல் மட்டத்தில் நீர்மக் கலவை சமச் சீராக உள்ளது. இதனைக் குளிரச் செய்கையில் உலோகக் கலவையில் அலுமினியத்தின் பங்கு அதிகம் இருப்பின், திண்ம அலுமினியம் படிகப் பொருளாகப் பெறப் படுகின்றது. மேலும் குளிரச் செய்கையில் இதன் உறைநிலை AC என்ற கோடு வழியாகச் சென்று C என்ற புள்ளியை அடைந்தவுடன் ஒரு நல்லுருகக் கலவை உருவாகின்றது. இந்த நல்லுருகக் கலவையின் இயைபு அலுமினியமும், அலுமினிய மக்னீசிய சேர்மமும் கலந்துள்ள கலவையாக உள்ளது. இதனை F என்ற புள்ளி குறிக்கின்றது. இதன் உருகு நிலை C யாக உள்ளது.



படம் 20.

x இயைபு உள்ள நீர்மக் கலவையைக் குளிரச் செய்கையில் DC, கோடு தொடப்படும் பொழுது $Al_5 Mg_4$ என்ற சேர்மம் திண்ம நிலையில் படிகமாக பெறப்படுகின்றது. மக்னீசியம் அதிக அளவில் இருக்கும் இயைபுள்ள நீர்க் கலவையைக் குளிரச் செய்தால் அதன் உருகுநிலை BE கோடு வழியாக உள்ளதைக் காணலாம். அப்பொழுது திண்ம மக்னீசியமும் படிகங்களாகப் பெறப்படுகின்றன.

வெப்பநிலை E-ஐ அடைந்தவுடன் முழு நீர்மமும் உறைந்து நல்லுருகக் கலவையைக் கொடுக்கின்றது. இக் கலவையின் இயைபு G என்ற புள்ளியால் குறிக்கப்படுகின்றது.

இவ்வகை நிலைமை விளக்கப் படத்தை இரு படங்களின் சேர்க்கை எனவும் கருதலாம். அலுமினியமும் $Al_5 Mg_4$ சேர்மமும் இரு பொருளாகக் கருதி AH, DD கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள நிலைமை படத்தைத் தனியாகக் கருதலாம். அது போன்றே DDIB கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள நிலைமைப் படம் $Al_5 Mg_4$ - க்கு, மக்னீசியத்திற்கும் வரையப்பட்ட நிலைமைப் படமாகக் கருதலாம்.

நிலைத்திருக்கும் தன்மையுள்ள சேர்மங்களைக் கொடுக்கும் இரு கூறுள்ள அமைப்புகள் பல உள்ளன. அவைகளில் சில கீழே யுள்ள பட்டியலில் காணலாம்.

A	Aயின் உருகு நிலை	B	Bயின் உருகு நிலை	சேர்மத்தின் வாய்பாடு	சேர்மத்தின் உருகு நிலை
அலுமினியம்	657°C	மக்னீசியம்	650°C	Al_4Mg_5	463°C
தங்கம்	1067°C	தகரம்	232°C	AwSn	425°C

சில சமயங்களில் இரு கூறுகள் சேர்ந்து ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சேர்மங்களைக் கொடுக்கும். ஒவ்வொரு சேர்மத்திற்கும், அதற்கு அடுத்துள்ள சேர்மத்திற்கும் இடையில் ஓர் நல்லுருகக் கலவை உருவாகுதலையும் காணலாம்.

மேற் கூறிய நிலைமை விளக்கப் படங்கள் மிக எளியவை. மிகவும் சிக்கலான நிலைமை விளக்கப் படங்களையும், எளிய முறையில், நிலைமை விதியின் மூலம் விளக்கலாம்.

7. இரும்பும் எஃகும்

(Iron and Steel)

ஆதி காலந்தொட்டே தொழிற் துறையில் முக்கியமாகும் இரும்பு, பல்வேறு கட்டுமான வேலைகளுக்கும், பெரும் இயந்திரங் கள் செய்வதற்கும் பயன்பட்டுவருகிறது. இரும்பு இவ்வாறு முக்கியத்துவம் அடைந்ததற்குப் பல காரணங்கள் உள்ளன.

உலகின் மேற் பரப்பில், பெருமளவில் இரும்பு தாதுக்கள் கிடைக்கின்றன. மிக அதிக அளவில் காணப்படும் அலுமினிய தாதுக்களுக்கு அடுத்து இரும்பின் தாதுக்களிருப்பினும், இரும்பை அவற்றின் தாதுக்களிலிருந்து எளிதில் பிரித்தெடுக்க முடியும்.

பல்வேறு தனிமங்களைச்சிறிதளவிலும், பெருமளவிலும் இரும் புடன் இணைத்துச் சமச் சீருள்ள உலோகக் கலவைகளைப் பெற முடியும். முக்கியமாக கார்பனுடன் எளிதில் இரும்பு இணையக் கூடியது. மிகச் சிறிய அளவில் கார்பன் அல்லது மற்ற தனி மங்கள் இரும்புடன் கலந்து பெறப்படும் உலோகக் கலவைகள் பல்வேறு பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. மிகச் சிறிய அளவில் வேறு தனிமங்கள் கலந்திருப்பினும் பண்புகளில் பெறும் வேறுபாடு களைக் காணமுடிகின்றது. மிகக் கடினமான அல்லது மிக மிருது வான இரும்புக் கலவையைத் தகுந்த தனிமங்களில் மிகச் சிறிய அளவே சேர்த்துப் பெற முடியும். காந்த, மின்சார, வலிமை, விரிவடைதல், போன்ற பல்வேறு பண்புகளில் முற்றிலும் வேறு படும் உலோகக் கலவைகளை எளிதில் பெற முடியும்.

இரும்பு, எஃகு, இரும்பு உலோகக் கலவைகள் போன்றவை களைத்தகுந்த வெப்ப நிலைக்குச் சூடேற்றி குறிப்பிட்ட முறையில் குளிர வைத்தால், அவற்றின் பண்புகள் பெரிதும் மாறுபாட்டை கின்றன. எனவே வேண்டிய பண்புகளையுடைய இரும்பு, அல்லது இரும்பு உலோகக் கலவையை இம்முறையிலும் பெறலாம்.

இரும்பும், எஃகும் பிற நாடுகளில் பெருமளவில் தயாரிக்கப் படுவதற்கு முன்பே, நமது நாட்டில் சில தலை சிறந்த எஃகு வகைகள்

தயாரிக்கப் பட்டதற்குத் தகுந்த சான்றுகள் உள்ளன. தற்போது நமது நாட்டில், பத்ராவதி, பிலாய், புகோரா, ரூர்கேலா, துர்காபூர், டாடா நகர் போன்ற இடங்களில் பெரிய இரும்புத் தொழிற்சாலைகள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. இருந்த போதிலும், இன்னும் நம் நாடு இரும்பு, எஃகு உற்பத்தியில் தன்னிறைவு பெறவில்லை.

இரும்பு எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றமடையக் கூடிய பொருளாகையால், இது தனிம நிலையில் இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. ஆக்சிஜன், சல்ஃபர் போன்ற தனிமங்களுடன் கூட்டு சேர்ந்த நிலையில் இரும்பு பல்வேறு கனிமங்களாகக் கிடைக்கின்றன. எந்த வகை கனிமங்களிலிருந்து எளிய சிக்கனமான முறையில் உலோகத்தை வாணிப ரீதியில் பெற முடியுமோ அவற்றை அந்த உலோகத்தின் தாதுக்கள் என அழைக்கின்றோம்.

இரும்பின் முக்கிய தாதுக்கள் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப் பட்டுள்ளன.

எண்.	தாதுவின் பெயர்	வேதி வாய்பாடு	தாதில் இரும்பின் சதவீதம்
1	மாக்னடைட்டு (Magnetite)	$Fe_3\ O_4$	72.4
2	ஹெமடைட்டு (Haematite)	$Fe_2\ O_3$	70.0
3	லிமோனைட்டு (Lemonite)	$x\ Fe_2\ O_3$ $y\ H_2\ O$	50.0—66.0
4	சிடரைட்டு (Siderite)	$Fe\ CO_3$	47%

மாக்னடைட் தாதுக்கள் தென்னிந்தியாவிலுள்ள சேலம் ஜில்லாவில் கஞ்சமலை என்ற பகுதியில் ஏராளமாய் உள்ளது. இந்த தாதுவில், அதிக சதவீதத்தில் இரும்பு இருப்பினும், எளிதில் இதனை ஒடுக்கி (reduce) இரும்பைப் பெற முடிவதில்லை.

இரும்பைப் பெற ஹெமடைட்டு தாதுவே மிகச் சிறந்ததாகும். தூய தாதுக்களில் வேதி வாய்பாடின்படி 70 சதவீதம் இரும்பு இருத்தல் வேண்டும். இந்தியாவில் கிடைக்கும் தாதுக்களில் சுமார் 60 லிருந்து 65 சதவீதம் இரும்புள்ளது. உலகில் கிடைக்கும் ஹெமடைட்டு தாதுக்களிலேயே சிறந்ததாக இந்திய தாதுக்கள் உள்ளன.

உலகிலுள்ள ஹெமடைட் தாதுக்களில் இந்தியாவில் நாலில் ஒரு பங்கு இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இது சுமார் 21,000 மிலியன் டன்கள் இருக்கலாமென மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இத்தாதுக்கள் முக்கியமாக ஒரிசா மாகாணத்தில் சுமார் 8000 கோடி டன்கள் இருக்கலாமென்றும் மைசூரில், பத்ராவதிக்கருகிலுள்ள மலைப் பிரதேசங்களில் இருக்கக் கூடுமென மதிப்பிடப் பட்டுள்ளது.

லிமோனைட் தாதுக்கள் மிகச் சிறிய அளவில் உத்திரப் பிரதேசத்தில் காணப்படுகிறது. பண்டைக்காலத்தில் இந்தியாவில் செய்யப்பட்ட இரும்பு, எஃகுப் பொருள்கள் இவ்வகை தாதுக்களிலிருந்து பெறப்பட்டதாகவே ஊகிக்கப்படுகிறது. தற்காலத்தில் இவ்வகை தாதுக்கள் பெருமளவில் இரும்பு உற்பத்தி செய்யப் பயன் படுவதில்லை.

சிடரைட்டு, தாதுக்கள் இந்தியாவில் அதிக அளவில் இல்லை. இதுவும், இரும்பு உற்பத்தியில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததில்லை.

கடந்த 15 ஆண்டுகளில், இந்தியாவில் இரும்புத்தாதுக்களை வெட்டி பண்படுத்துதல் சுமார் 4 மடங்காக பெருகியுள்ளது. 1967–ல் சுமார் 20 மிலியன் டன்கள் இரும்பு தாதுக்கள் உள் நாட்டு இரும்பு உருக்கு ஆலைகளின் தேவையைப் பூர்த்தி செய்யவும், வெளி நாடுகளுக்கு (முக்கியமாக ஜப்பானுக்கு) ஏற்றுமதி செய்யவும் தோண்டி எடுக்கப் பட்டுள்ளது.

பண்புகளை யொட்டியும், அதில் கலந்துள்ள கார்பன் மற்றத் தனிமங்கள் இவற்றின் சதவீதத்தை யொட்டியும் இரும்பைப் பல்வேறு பெயர்களால் அழைக்கின்றோம். அவற்றுள் முக்கியமானவை: (அ) ஊது உலை இரும்பு (ஆ) வார்ப்பிரும்பு (இ) தேனிரும்பு (ஈ) எஃகு (உ) உலோகக் கலவை எஃகு வகைகள்.

முதலில் ஊது உலை இரும்பு தயாரித்த பின்பே, மற்றவகை இரும்புகள் இதனின்று பெறப்படுகின்றன. ஊது உலை இரும்பைப் பெற (அ) இரும்பு தாதுக்கள் (ஆ) இளக்கி (Fluxes) (இ)

கல்கரி (ஈ) காற்று, (உ) நீர் போன்ற கச்சாப் பொருள்கள் தேவைப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு கச்சாப் பொருளும், சில குறிப்பிட்ட சிறப்புத் தேவைகளைப் (Specifications) பெற்றிருத்தல் மிக அவசியமாகும்.

(அ) இரும்பு தாதுக்கள் : எளிதில் ஊது உலை இரும்பைப் பெற ஹெமடைட் தாதுக்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இயற்கையில் கிடைக்கும் தாதுப் பொருள்கள் தூய்மையான வேதிச் சேர்மங்களாக இருப்பதில்லை. ஹெமடைட்டு, தாதுவில் அயர்ன் ஆக்சைடுடன் மணல் மண், களி மண், சல்ஃபர் சேர்மங்கள் முதலியவைகளும், சில கரிமப் பொருள்களும் கலந்திருக்கும். தாதுப் பொருளை அப்படியே ஊது உலைகளிலிட்டு, இரும்பை வேருக்க முயற்சித்தால், தாதுப் பொருட்களிலுள்ள மாசுப் பொருள்களால் பல்வேறு இன்னல்கள் உண்டாகின்றன. தாதுப்பொருளைத் தகுந்த வினைகளுக்கு உட்படுத்திப்பெரும்பாலான மாசுப் பொருள்களை நீக்கி அடர்வாக்கப்படுகிறது. மேலும் இதனை சிட்டங்கட்டல் (Sintering) வினைக்கு உட்படுத்திச் சிட்டங்களாகப் பெறப்படுகின்றது.

சுரங்கங்களிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்பட்ட ஹெமடைட்டு தாதுக்கள் சிறு கட்டிகளாக உடைக்கப் படுகின்றன. இதனை ஓடும் நீரில் கழுவினால், களி மண், மணல் போன்றவை நீரினால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. இரும்பு சேர்மங்கள் மிக கனமாயுள்ளதால் ஓடும் நீரினால் அடித்துச் செல்லப் படுவதில்லை. பிறகு தாதுவை உலர்த்தி, மின்காந்தத்தினால் மேலும் அடர்வாக்கப் படுகின்றது. இரும்பு தாதுக்கள் மட்டும் மின்காந்தத்தினால் ஈர்க்கப்படுகின்றன. பிற மாசுப் பொருள்கள் பெரிதளவில் நீக்கப்படுகின்றன.

இவ்வாறு அடர்வாக்கப்பட்ட தாதுவை, சிட்டங்கட்டல் (Sintering) என்ற வினைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. தூளான தாதுப் பொருளுடன் சிறிதளவு தூள் கல்கரி, நீர் இவற்றுடன் கலந்து சில சென்டிமீட்டர் உயரத்திற்கு ஒரு நகரும் பட்டை (moving belt) - யின் மேல் பரப்பப் படுகிறது. பட்டையில் அமைக்கப்பட்டுள்ள சில துவாரங்கள் வழியாக சூடான காற்று மறுபுறம் இழுக்கப்படுகின்றது. நகரும் பட்டை, நன்கு வெப்பப் படுத்தப்பட்ட பிரதேசம் வழியாகச் செல்லுகையில், கல்கரி எரிகின்றது. நீர், நீராவியாக மாறி உள் இழுக்கப்படுகிறது. இதனால் தாதுப் பொருள் பல நுண் துவாரங்கள் (Pores) பொருந்திய சிட்டங்களாக மாறுகின்றன. சிட்டத்தின் குறுக்களவு சுமார் 25 செ. மீ

விருந்து 12 செ. மீ இருக்குமாறு சூழ்நிலை அமைக்கப்படுகிறது. சிட்டங்கட்டல் வினையின் உடன் பயனாக, தாதுப் பொருள்களிலுள்ள சல்ஃபர் கரிமச் சேர்மங்கள் நீக்கப்படுகின்றன. தாதுப் பொருள், ஒரே சீரான பண்புடைய வேதிச் சேர்மமாகவும் மாறுகின்றது. இதனால் ஊது உலையில், எளிதில் ஹெமடைட்டு, ஒடுக்கம் அடைகின்றது. சுமார் ஒரு டன் ஊது உலை இரும்பு பெற 1.7 டன் தாது தேவைப்படுகிறது.

(ஆ) **இளக்கி (flux)** : இந்தியாவில் கிடைக்கும் இரும்பு தாதுக்களில், சிலிகாவும் சிறிதளவு அலுமினியாவும், மாசுப்பொருள்களாக உள்ளன. இவைஇரண்டும், ஊது உலையில் வினையுற்று அலுமினியம் சிலிகேட் என்ற கசடுப் பொருளாக வெளியேறுகிறது. மீதமுள்ள சிலிகாவை வெளியேற்றவும் பிற மாசுப்பொருள்களை கசடுகளாக மாற்றவும் இளக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இரும்பு உலோகயியலில், சுண்ணாம்புக்கல், இளக்கியாகப் பயன்படுகிறது. சுண்ணாம்புக்கல் வெப்ப நிலையில் சிதைந்து கால்சியம் ஆக்சைடைத் தருகின்றது.

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

மண், மணல் போன்ற எளிதில் உருகாத மாசுப் பொருள்களுடன், கால்சியம் ஆக்சைடு வினையுற்று எளிதில் உருகக்கூடிய கால்சியம் சிலி கேட்டாக மாறுதலடைகின்றன.

$$CaO + S_iO_2 \longrightarrow Ca\ S_iO_3$$

மாசுப் பொருளான சிலிகாவை அகற்ற சுண்ணாம்புக்கல் பயன்படுத்தப்படுவதால், இதில் அதிக அளவு சிலிகா இருத்தல் கூடாது. மேலும் இளக்கியில், இரும்பின் தரத்தைப் பாதிக்கக்கூடிய சல்ஃபர், பாஸ் பரஸ், போன்ற பொருள்கள் மிகக்குறைந்த அளவில் இருத்தல் வேண்டும். இரும்பு உலோகயியலில் பயன்படுத்தப்படும் சுண்ணாம்புக் கல்லில், கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள விகிதத்தில் பகுதிப் பொருள்கள் பெற்றிருத்தல் நலம்.

CaO ——— 50%க்கு மேல்
சிலிகா ——— 3%க்கு குறைவாக
MgO ——— 1% ,,
Al_2O_3 ——— 1% ,,
சல்ஃபர் ——— .05% ,,
பாஸ்பரஸ் ——— .05% ,,

ஊது உலையில் தாதுக்களுடன் சேர்க்க வேண்டிய இளக்கியின் அளவு, தாதுவுடன் கலந்துள்ள மாசுப் பொருள்களின் தன்மையையும் அளவையும் பொருத்திருக்கும். இந்திய தாதுக்களை பயன்படுத்தும் பொழுது சுமார் 1 டன் ஊது உலை இரும்பு பெற 0·4 டன் இளக்கி தேவைப் படுகின்றது.

(இ) **கல்கரி** (coke): இரும்பு உலோகயியலில் கல்கரி, வெப்பத்தைக் கொடுக்கவும் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியாகவும் பயன்படுகிறது. எனவே இவ்விரு வினைகளுக்கும் தேவையான அளவு கல்கரியை, தாதுப் பொருள்களுடன்கலந்து ஊது உலையினுள் செலுத்தப்படுகின்றது

உலோகயியல்களில் நிலக்கரியைவிட கல்கரி சிறந்த எரி பொருளாகக் கருதப்படுகின்றது. கல்கரியின் கலோரி மதிப்பு அதிகமாக உள்ளது.மேலும் கல்கரி வலிவுள்ளதாயுள்ளது. இதனால் இது தாதுப்பொருள்களுடன் கலந்து உலையினுள் செலுத்தப் படும் பொழுது, தாதுவின் கனத்தினால் பொடியாக்கப்படுவதில்லை. கல்கரியில் நுண்துளைகள் மலிந்துள்ளன. இதனால் காற்றுடன் நன்கு கலந்து முற்றிலுமாக எரிந்து, உயர்ந்த வெப்பநிலையைப் பெறமுடிகின்றது. கல்கரியில், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் இல்லாததாலும், சல்ஃபர் போன்ற மாசுப்பொருள்கள் குறைந்த அளவில் இருப்பதாலும், உலோகயியலில் வினைகளில் பலசிக்கல்கள் தவிர்க்கப்படுகின்றன.

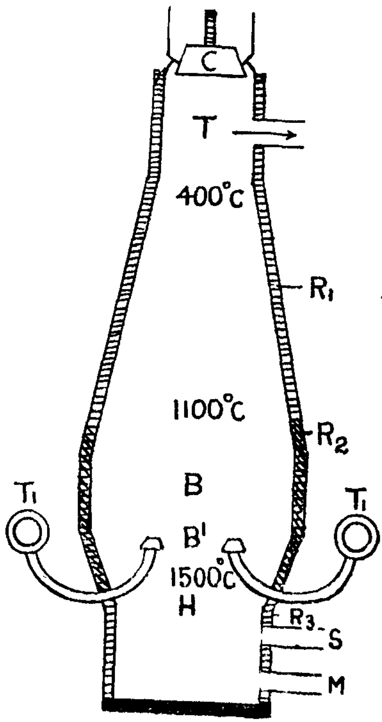
இரும்பு உலோகயியலில் பயன்படுத்தப்படும் கல்கரி, மிக்க வலிவுள்ளதாகவும், அதிக நுண்துளைகள் உள்ளதாயும், அதிக கலோரி மதிப்புள்ளதாயும், குறைந்த அளவு சல்ஃபர், பாஸ்ஃபரஸ், போன்ற தனிமங்களைப் பெற்றும், குறைந்த அளவு சாம்பல் கொடுப்பதாயும் இருப்பது நலம், இவ்வகை கல்கரி, நவீன கல்கரி அடுப்புகளில், அந்திரசட் எனும் சிறந்த நிலக்கரியிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இந்தியாவில், பீகார் மாநிலத்தில் இவ்வகை நிலக்கரி அதிக அளவில் கிடைக்கின்றது.

(ஈ) **காற்று** : ஊது உலையில், எரிபொருள் சீராக எரிவதற்கு, அதிக அளவில் காற்று தேவைப்படுகின்றது. காற்றை அங்குலத்திற்கு 20 இராத்தல் அழுத்தத்தில் இறுகச்செய்து உலையினுள் செலுத்தப்படுவதற்கு முன்பாக சுமார் 750°C வெப்ப நிலைக்கு சூடாக்குகின்றனர் பின் இந்த காற்று 'டயர்ஸ்' என அழைக்கப் படும் காற்றுக் குழாய்களின் வழியே, ஊது உலையின் அடிப்பாகத்திலிருந்து செலுத்தப்படுகின்றது சுமார் ஒரு டன் ஊது உலை இரும்பு தயாரிக்க எட்டு டன் காற்று தேவைப்படுகின்றது.

(2) **நீர்:** ஊது உலைக்காற்றைக் குளிரச்செய்யவும், வேறு பல பாகங்களைக் குளிரச்செய்யவும் நீர் தேவைப்படுகின்றது. இது கடின நீராக இல்லாமல், மென்னீராக இருத்தல் நலம், சுமார், 1000 டன் ஊது உலை இரும்பைப்பெற எட்டு மில்லியன் காலன் தண்ணீர் தேவைப்படுகின்றது.

ஊது உலை இரும்பு (Pig iron) தயாரித்தல்

இரும்பு தாதுக்களை ஊது உலையில் ஒடுக்கி பெறப்படும் இரும்புக்கு ஊது உலை இரும்பு அல்லது பன்றி இரும்பு எனப்பெயர். பொதுவாக இந்த இருப்பைப் பெற்றவுடன், பெரும் உலோகக் கட்டிகளாக திறந்தவெளியில் வார்க்கப்படுகின்றன. இவை பார்ப்பதற்கு மந்தைகளில் படுத்து உறங்கும் பன்றிகளை யொத்து இருப்பதால், பன்றி இரும்பு எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது.



படம் 21.

ஊது உலை இரும்பு, ஊது உலையில் தயாரிக்கப்படுகின்றது. தாதுக்களின் தன்மைகளைப்பொருத்தும், அதிலிருந்து பெறப்படும், ஊது உலை இரும்பின் அளவைப் பொருத்தும், ஊது உலை அமைக்கப்படுகின்றது.

நாளொன்றுக்கு சுமார் 1000 டன் ஊது உலை இரும்பு உற்பத்தித்திறன் உள்ள ஊது உலையின் உயரம் சுமார் 100′ ஆக உள்ளது. இது ஒர் உருளை வடிவமான உலையாகும். இதன் குறுக்களவு ஒரே சீராக இல்லாமல், சுமார் 15′ முதல் 25′ வரை இடத்திற்கு இடம் மாறுபட்டிருக்கும்.

ஊது உலையின் வெளிப்புறம் சுமார் 3 செ. மீ கனமுள்ள இரும்புத் தகட்டினுலும், உட்புறம் வெப்பம் தாங்கவல்ல கற்களினுலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேல்பாகத்தில் உலையின் வாய் கிண்ண வடிவத்தல் உள்ளது. இதனுள் ஒரு கூம்பு வடிவத்திலுள்ள (C)

அடைப்பான் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வித அமைப்புக்கு **கிண்ண, கூம்பு ஊட்டஅமைப்பு** என்று பெயர். கிண்ணத்தில் குறிப்பிட்ட அளவு பொருள்கள் சேர்ந்தவுடன், அவற்றின் எடை காரணமாக, கூம்பு கீழே இறங்கி, கிண்ணத்திலுள்ள பொருள்கள் உலையினுள் செல்லும், இப்பொருள்கள், கீழிறங்கியவுடன், கூம்பின்மேல் எடைகுறைவதால், கூம்பு மேலெழும்பி, உலைவாயை அடைத்துக்கொள்ளும். இவ்வாறு தானியங்கும் அமைப்பு, பொருள்களை உலையினுள் செல்ல அனுமதித்து உலையினின்று பொருள்கள் வெளிவராமலிருக்க உதவுகின்றது. இதனை அடுத்து வெளிவிடுவாய் (outlet) அமைந்துள்ளது. இந்த இடத்திற்கு உலை வாயின் தொண்டை (Throat) எனப்பெயர். வெளிவிடுவாய வழி யாக, உலைவாயு வெளிவருகின்றது. உலைவாயுவின் தொண்டைப் பகுதியில், உலையின் சுவர்கள் இணையாக உள்ளன.

உலையினுள் செலுத்தப்படும் பொருள்கள் வெப்பமடைந்து பருமன் அதிகரிக்ககின்றது. மேலும் இவை ஒட்டக்கூடிய தன்மை யையும் (Sticky) பெறுகின்றன. இதன் விளைவுகளால் ஏற்படக் கூடிய சிக்கல்களைத் தவிர்க்கவும், திண்ம பொருள்கள் எளிதில் சிறிது சிறிதாக கீழ்நோக்கிச் செல்லவும், உலையின் குறுக்களவு அதிகரிக்கின்றது. இந்த மண்டலத்திலுள்ள வெப்பநிலையைத் தாங்கவல்ல (R_1) கற்கள் உலையின் உட்புறச் சுவர்களில் அமைக்கப் பட்டுள்ளது.

உலையின் உயரத்தில், மேலிருந்து சுமார் மூன்றில் இரண்டு பாகத்தை (2/3) இவ்வாறு திண்மபொருள்கள் கடந்துவரும்பொழுது, அவை பல வேதி வினைக்கு உட்படுகின்றன. இதனல் பெரும் பாலான அயர்ன் ஆக்சைடுகள், ஒடுக்கமடைகின்றன. இப்பகுதி யில், பருமன் அதிகரிப்பு ஏற்படுவதில்லை. எனவே மீண்டும் உலை சுவர்கள் இணையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த மண்டலத்தி லுள்ள வெப்பநிலையைத் தாங்கவல்ல கற்கள் (R_2) உலை சுவர் களில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. உலையின் இந்த பாகத்திற்கு, உலையின் **வயிறு** (Belly) என்று பெயர்.

இதனையடுத்து பொருள்கள் உலையின் பாஷ் (Bosh) என்ற பகுதியை அடைகின்றன. இப் பகுதியில் தாதுக்கள் முற்றிலும் ஒடுக்கமடைந்து இரும்பாக மாறி, உருகி நீர்ம நிலையை அடை கின்றது. பிற மாசுப் பொருள்கள் உருக்கியுடன் கலந்து, நீர்ம கசடு உருவாகின்றது. இவ்வினைகளின் விளைவாக, உலையிலுள்ள பொருள்களின் பரிமாணம் குறைகின்றது.

மேலும் இப்பாகத்தில்தான் சூடாக்கப்பட்ட காற்று அதிக அழுத்தத்தில் உலையினுள் செலுத்தப்படுகின்றது. இக்காற்று கல் கரியை எரியச் செய்வதால், அதிக அளவில், இந்த மண்டலத்தி லுள்ள பொருள்களின் பரிமாணம் குறைகின்றது. எனவே இப் பகுதியில் உலையின் குறுக்களவு, தொடர்ந்து குறுகலாகஅமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இவ்விடம் வெப்பநிலை சுமார் 1500° ஆக உள்ள தால், இதனைத் தாங்க வல்ல கற்கள் (R_3) உலையின் சுவரில் பொருத் தப்பட்டுள்ளது.

உருகியநிலையில் வெளியேறும் நீர்மக்கலவை, மேலும் சுருக்க மோ, பெருக்கமோ அடைவதில்லை. எனவே இதனையடுத்த பகுதி யிலும், உலையின் சுவர்கள், இணையாக உள்ளன. இங்கு சேரும் நீர்மக்கலவை பிரிகையடைந்து, மேல்மட்டத்தில் கசடு நீர்மநிலை யிலும், கீழ்மட்டத்தில் உருகிய ஊது உலை இரும்பு நீர்மநிலையிலும் இருக்கும். இவற்றைத் தனித்தனியே முறையே வெளியேற்ற கதவுகள் பொருந்திய S, M என்ற துளைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

நாளொன்றுக்கு சுமார் 1,000 டன் ஊது உலை இரும்பு தயா ராகும். ஊது உலையில் 1,700 டன் இரும்பு தாதுக்கள் 1,000 டன் கல்கரி, 400 டன் சுண்ணும்புக்கல் என்ற விகிதத்தில், உலையின் மேலுள்ள, கிண்ண கூம்பு, ஊட்ட அமைப்பில் இடப்படுகிறது. இக்கலவை, கூம்பைக் கீழ்நோக்கித் தள்ளி, உலையின் மேல்பாகத்தி லிருந்து, கீழ்நோக்கி வருகின்றது. உலையின் கீழ்பகுதியிலுள்ள பாஷ் என்ற பகுதியில் அமைக்கப்பட்டுள்ள குழாய்களின் மூலம் சூடாக்கப்பட்ட காற்று, அதிக அழுத்தத்தில் மேல்நோக்கிச் செலுத்தப்படுகின்றது. இக் காற்று ஆரம்பநிலையில் சுமார் 1500°C வெப்பநிலையிலும், உலையின் மேலுள்ள மேலும் தொண்டைப் பகுதியை அடையும்பொழுது சுமார் 250°C வெப்பநிலையிலும் உள்ளது.

சூடான காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன் கல்கரியுடன் வினையுற்று கார்பன் மானோக்சைடை விளைவிக்கின்றது.

$$2C + O_2 \longrightarrow 2\,CO$$
$$C + O_2 \longrightarrow CO\,2$$
$$CO_2 + C \longrightarrow 2\,CO$$

இவ்வினைகளில் வினையும் கார்பன் மானோக்சைடு ஊது உலையின் உட்புறம் பூராவும் வியாபித்துள்ளது.

உலையினுள் காணப்படும் வெப்பநிலை, படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளது. உலையினுள், இரும்புதாதுக்கள், தொடர்ந்து நடை

பெறும் வினைகளால் ஒடுக்கப்படுகின்றன. இவ்வினைகள், உலையின் வெப்பத்தைப் பொருத்தும், அந்த மண்டலத்திலுள்ள வினைபொருள்களைப் பொருத்தும் நிகழ்கின்றன.

உலையின் தொண்டையிலிருந்து, வயிறு வரையிலும் கீழ்கண்ட வினைகள் நடைபெறுவதாகக் கொள்ளலாம்.

$$3Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2\,Fe_3O_4 + CO_2$$
$$Fe_3O_4 + CO \longrightarrow 3FeO + CO_2$$
$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$
$$MgCO_3 \longrightarrow MgO + CO_2$$
$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$
$$CO_2 + C \longrightarrow 2\,CO$$
$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

உலையின் வயிறு பகுதியிலிருந்து, உலையின் அதிவெப்ப மண்டலமான பாஷின் கீழ் பகுதிவரை நடைபெறும் வினைகளை கீழ்கண்ட சமன்பாடுகளால் குறிக்கலாம்.

$$FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$$
$$CO_2 + C \longrightarrow 2\,CO$$
$$MnO + C \longrightarrow Mn + CO$$
$$SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO$$
$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$
$$2\,CO \longrightarrow CO_2 + C$$
$$2\,Ca_3(PO_4)_2 + 3\,SiO_2 + 10C \longrightarrow 3\,[2.\,CaO.\,SiO_2] + 4\,P + 10CO$$
$$3\,Fe + P \longrightarrow Fe\,3\,P$$
$$3\,Fe + C \longrightarrow Fe_3C$$
$$MnS + CaO + C \longrightarrow Mn + CaS + CO$$

இந்த மண்டலத்தில் முதலில் உருவாகும் இரும்பு தூயதாயும், மிருதுத் தன்மையுள்ளதாயும் உள்ளது. இவ்வகை இரும்பு எளிதில் கார்பன், பாஸ்ஃபரஸ், சிலிகான் போன்ற மாசுப் பொருள்களை ஏற்கின்றது. மாசற்ற இரும்பின் உருகு நிலை குறைவாக உள்ளது. எனவே, இது உருகி நீர்மமாக மாறுகின்றது. மாசற்ற இரும்பின் பாகியல் (viscosity) குறைவாக உள்ளதால், நீர்ம இரும்பு எளிதில், உலையின் கீழ்பாகத்தை அடைகின்றது. மாசுப் பொருள்கள் கசடுகளாக மாறி அவைகளும் எளிதில் உருகி உலையின் அடித்தளத்தை அடைகின்றன.

நீர்ம நிலையிலுள்ள கசடுப் பொருள்களின் அடர்த்தி, நீர்ம நிலையிலுள்ள ஊது உலை இரும்பைவிடக் குறைவாக இருப்பதால், இது இரும்பின் மீது தனி அடுக்காக உள்ளது. இரண்டு மணிக்கு ஒருதரம் S என்ற துளையின் அடைப்பானைத் திறந்து கசடுப் பொருள்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. ஆறு மணிக்கு ஒரு தரம், M என்ற துளையின் அடைப்பானைத் திறந்து, நீர்ம நிலையிலுள்ள ஊது உலை இரும்பு வெளியேற்றப் படுகின்றது. ஊது உலை இரும்பை வெளியேற்றுவதற்கு முன்பாக கசடுப் பொருள்களை வெளியேற்றுவது அவசியமாகும்.

உலையின் தொண்டைப் பகுதியிலிருந்து வெளியேறும் வாயுப் பொருள்களுக்கு உலை வாயு எனப்பெயர். இது சுமார் 250°C முதல் 300°C வரை வெப்ப நிலையிலுள்ளது. இதில் கார்பன் துகள்கள், தாதுக்களின் துகள்கள் போன்ற பல திண்ம தூசிகள் உள்ளன. வாயு நிலையில், கார்பன் மானோக்சைடு, கார்பன் டைஆக்சைடு, நைட்ரஜன் போன்றவைகள் உள்ளன.

கோபுரம் போன்ற அமைப்புள்ளவற்றில் நீர் கீழ் நோக்கிச் செலுத்தப் படுகின்றது. இவற்றின் கீழிருந்து, மேல் நோக்கி உலை வாயு, செலுத்தப்படும் பொழுது, அதிலுள்ள திண்ம பொருள்கள் நீக்கப்படுகின்றன. உலை வாயு எடுத்துச்செல்லும் வெப்பமும் மீட்கப்படுகின்றது. வெளியேறும் உலை வாயுவில் மிகுந்த அளவு கார்பன் மானோக்சைடு இருக்கின்றது. உட்செல்லும் காற்றை வெப்பப்படுத்தவும், இரும்பாலையின் பிற பகுதியிலும், உலைவாயு, ஓர் வாயு எரிபொருளாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றது.

ஊது உலையினின்றும் கிடைக்கும் கசடு பொருளை ஆற வைத்து திண்மப்பொருளாக பெறுகின்றனர். இக்கசடில், கால்சியம், சிலிகேட்டும், அலுமினியம் சிலிகேட்டும் பெருமளவில் உள்ளன. இதில், மாங்கனீஸ், சல்ஃபர், இரும்பு போன்ற தனிமங்களின் சேர்மங்களும் சிறிதளவு உள்ளன. இதனை, இருப்புப் பாதைகளை நிலைப் படுத்தவும், சாலைகள் அமைக்கவும், சிமிண்டு உற்பத்திக்குத் தேவையான கச்சாப் பொருளாகவும் பயன் படுத்துகின்றனர்.

ஊது உலையை இயங்க ஆரம்பித்த பின் ஊது உலையின் உட்புறச்சுவர்களிலுள்ள வெப்பந்தாங்க வல்ல கற்கள் பழுதடையும் வரை அதனைத் தொடர்ச்சியாகப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

வேலை நிறுத்த காலங்களிலும், அதனுடைய வெப்பம் குறையாமல், பார்த்து வருவது மிக அவசியம். நல்ல வெப்பந் தாங்கவல்ல கற்களைக்கொண்டு அமைக்கப்பட்ட ஊது உலை சுமார் 3 அல்லது 4 ஆண்டுகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

ஊது உலை இரும்பின் தன்மை அதில் கலந்து மாசுப் பொருள் களின் தன்மைகளைப் பொருத்தும் அவற்றின் அளவைப் பொருத்து முள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக (அ) கார்பன் (ஆ) மாங்கனீஸ் (இ) சிலிகான் (ஈ) பாஸ்ஃபரஸ் (உ) சல்ஃபர் போன்ற தனிமங் களின் சேர்க்கையால் ஊது உலை இரும்பில் ஏற்படும் பண்பு மாற்றங்களைக் காண்போம்.

(அ) **கார்பன்:** சாதாரணமாக ஊது உலை இரும்பில், கார்பனின் சதவீதம் 2·0 சதவீதத்திலிருந்து 4·5 சதவீதம் வரையுள்ளது. கார்பன் பௌதிக நிலையில், இரும்பில் கரைந்தாவது, அல்லது வேதி முறையில் கார்பைடுகளாக மாறியாவது காணப்படுகின்றது. இரும்பின் தன்மை, கார்பன் எந்நிலையில் கலந்துள்ளதென்பதைப் பொருத்தும், தனிம கார்பனுக அல்லது கிராஃபைட் என்ற நிலையில் எத்தனை சதவீதம் உள்ளதென்பதைப் பொருத்தும் உள்ளதாகும்.

சுமார் 1 சதவீதம் வரை கார்பன் கூட்டுச் சேர்மமாகக் காணும் நிலையில், இரும்பின் இறுக்கும் தன்மை அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கின்றது. கார்பனின் சதவீதம் ஒன்றுக்கு மேல் அதிகரிக்கை யில், அதனுடைய இறுக்கும் தன்மை குறையினும், கடினத் தன்மை யும் பொடியாகும் தன்மையும். வார்ப்பிரும்பின் இயைபு அடையும் வரைவிலும் அதிகரிக்கின்றது. இந்நிலையில், இது எளிதில் உருகும் தன்மையையும், இயந்திரங்களில் மாற்றுப் பொருளாகச் செய்வதற்கு முடியாத கடினத் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது

இதற்கு மாருக கார்பன் தனிமம், கிராஃபைட் நிலையில், இரும் பில் கலந்திருப்பின் மிக்க மிருதுவாக உள்ளது. இதனை எளிய முறையில், இயந்திரங்களைப் பயன்படுத்தி மாற்றுப் பொருள்களாகச் செய்ய முடிகின்றது. இரும்பில் கலந்துள்ள கிராஃபைட் படலங் கள், இரும்புக்கு மசகுத் தன்மையையும் கொடுக்கின்றது. கிராஃ பைட்டின் அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க இரும்பு கடினத் தன்மை யையும், பொடியாகும் தன்மையையும் இழக்கின்றது.

(ஆ) **மாங்கனீஸ்:** இது தனிம நிலையிலாவது, மாங்கனீச சல்ஃ பைடு என்ற நிலையிலாவது, ஊது உலை இரும்பில் காணப் படுகின்றது.

தனிம நிலையில் இருப்பின் இது கார்பைடு சேர்மங்களை நிலைப் படுத்துவதால், இரும்பின் கடினத் தன்மையும், இறுக்குத் தன்மை யும் அதிகரிக்கின்றது. இக்காரணத்திஞல், இதனை இயந்திரத்தைப் பயன்படுத்தி மாற்றுப் பொருளாகப் பெறுவதற்கு கடினமாயுள்ளது.

மாங்கனீஸ், இரும்பில் காணக்கூடிய மாசுப் பொருளான சல்ஃபர் தனிமத்துடன் சேர்ந்து மாங்கனீச சல்ஃபைடாக மாறுகின்றது. சல்ஃபர் தனிமம் இவ்வாறு நீக்கப்படுதலால், அதிக அளவில் கிராஃபைட் உண்டாக வழியேற்படுகின்றது. இது இரும்பில் கலந்துள்ள ஆக்சிஜன் தனிமத்துடன் வினையுற்று மாங்கனீசடை ஆக்சைடாக மாற்றுகின்றது. சல்ஃபர், ஆக்சிஜன் போன்ற தனிமங்கள் இரும்பிலிருந்து நீக்கப்படுதலால், இத் தனிமங்களால் ஏற்படக்கூடிய தீய பண்புகள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

மாங்கனீச சல்ஃபைடு இரும்பைவிட இலேசாக உள்ளதால், உருக்கின இரும்பில் இது கசடுப் பொருளாக மேல்தளத்தில் மிதக்கின்றது. இதனுல் வார்ப்புகள் நல்ல முறையில் அமைகின்றன.

(இ) **சிலிகான்** : வார்ப்பு உலை இரும்பில் சுமார் 3 : 5 சதவீதம் சிலிகான் உள்ளது. சிலிகான் இரும்புடன் சேர்ந்து இரும்பு சிலிசைடு உண்டாகிறது. இச் சேர்மம் இரும்புக் கார்பைடுடன் வினையுற்று, கார்பனைத் தனிம நிலையில் வெளியேறச் செய்கின்றது. அச் சூழ்நிலையில் கார்பன் தனிமம் கிராஃபைட் என்ற தனிம மாற்று அமைப்பில் இருக்கின்றது. இதனுல் இரும்பு மிருதுத் தன்மையும் எளிதில் இயந்திரங்களினுல் மாற்றுப்பண்டங்களாக ஆக்கக்கூடிய தன்மையையும் பெறுகின்றது.

சிலிகான் இரும்புடன் கலந்திருப்பதனுல் இரும்பின் உருகு நிலை குறைகின்றது. மேலும் நீர்ம இரும்பின் பாகுத் தன்மை மிகக் குறைகின்றது.

சிலிகான் எளிதில் ஆக்சிஜனுடன் வினையுற்றுச் சிலிகான் டை ஆக்சைடாக மாறக்கூடியது. இதனுல் இரும்பில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் நீக்கப்படுகின்றது. இக் காரணத்தால், வார்ப்புகளில் காற்றுக் குமிழிகள் உண்டாவது தவிர்க்கப்படுகின்றது.

அதிக அளவில் சிலிகான் இருக்குமாயின் (சுமார் 12 முதல் 15 சத வீதம் வரை) இரும்பு மிக்க கடினத் தன்மையையும், எளிதில் பொடியாகும் தன்மையையும் பெறுகின்றது.

(ஈ) **பாஸ்ஃபரஸ்** : இத் தனிமம் கல்கரி, இளக்கி இவற்றில் காணப்படும் மாசுப் பொருள்களில் காணப்படுகின்றது. வார்ப்பு உலையில் இந்த மாசுப் பொருள்களிலிருந்து இரும்புடன் இத்தனிமம் சேருகின்றது. இத்தனிமம் மிகச்சிறிய அளவிலிருந்து சுமார் 0·25 சதவீதம் வரையில் வார்ப்பு உலை இரும்பில் இருக்கக்கூடும்.

பாஸ்ஃபரஸ் இரும்புடன் கலந்திருப்பதால், இரும்பின் உருகு நிலை வெகுவாகக் குறைக்கப்படுகின்றது. மேலும் நீர்ம நிலையிலுள்ள இரும்பின் பாய்தன்மை அதிக அளவில் உள்ளது. எனவே, சுமார் சதவீதம் பாஸ்ஃபரஸ் உள்ள இரும்பு நுண்ணிய வேலைப்பாடுகள் அமைந்த வார்ப்புகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இதனால் மிகச் சிறிய இடுக்குகளிலும் (crevices) நீர்ம நிலையிலுள்ள இரும்பு பாய்ந்து, சிறந்த வார்ப்புகள் பெறப்படுகின்றன. ஆனால் பாஸ்ஃபரஸ் கலந்துள்ள இரும்பின் இறுக்குத்தன்மை (Tensile strength) வெகுவாகக் குறைகின்றது.

(உ) **சல்ஃபர்** : இத் தனிமமும் கல்கரி, இளக்கி இவற்றில் காணப் படும் மாசுப்பொருள்களில் காணப்படுகின்றது. ஊது உலையில் இது நீர்ம இரும்பில் கரைகின்றது. இரும்பில் சல்ஃபர் சேர்ந்திருப்பின் அதன் கடினத்தன்மையும், எளிதில் பொடியாகும் தன்மையும் அதி கரிக்கின்றன. இப் பண்புகளைப் பெறுவதால் சல்ஃபர் கலந்துள்ள இரும்பைக் கடைசல் இயந்திரங்களின்மூலம் இவற்றின் அமைப்பு களை மாற்றுவது கடினமாகின்றது.

இரும்பு சிலிகானுடன் சேர்வதால் அடையும் நற்பண்புகளை, இரும்பு சல்ஃபருடன் சேர்வதால் இழக்கின்றது. சுமார் 1 சதவீதம் சிலிகான் கலப்பதால் கிடைக்கும் நற்பண்புகள், சுமார் 0.1 சத வீதம் சல்ஃபர் கலப்பதால் முறியடிக்கப்படுகின்றது.

மாங்கனீஸ், இரும்பிலுள்ள சல்ஃபருடன் வினையுற்று, மாங்கனீஸ் சல்ஃபைடாக மாறுகின்றது. இவ்வினையினால் சல்ஃபரின் சதவீதம் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

சல்ஃபர், கார்பைடு சேர்மத்தை நிலைநிறுத்தும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இதனால் சல்ஃபர் அதிகரிக்க அதிகரிக்கக் கார்பைடும் அதிகரிக்கின்றது. எனவே, இரும்பின் உருகுநிலை அதிகரிக்கின்றது. இரும்பின் கடினத் தன்மையும் அதிகரிக் கின்றது.

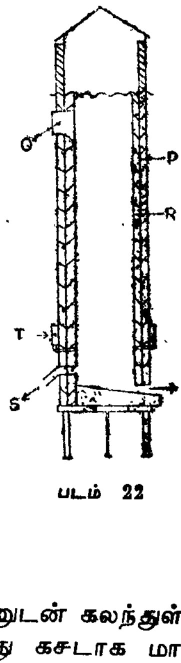
பொதுவாக, சல்ஃபர் இரும்புடன் சேர்வதால் இரும்பின் நற்பண்புகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே, ஊது உலையில் பயன்படுத்தப்படும் கல்கரியில் சல்ஃபர் மிகக் குறைந்த அளவே இருத்தல் அவசியமாகும்.

வார்ப்பிரும்பு (Cast iron) தயாரித்தல்

ஊது உலையிலிருந்து கிடைக்கும் இரும்பில் பல்வேறு மாசுகள் மிக அதிக அளவில் உள்ளன. இம் மாசுகளை ஓரளவு

நீக்கி, சமச் சீராயுள்ள வார்ப்பிரும்பு பெறப்படுகின்றது. வார்ப்பிரும்பைப் பெறக் குபோலா (Cupola) உலை பயன்படுத்தப் படுகிறது.

குபோலா உலை சுமார் 30 அடி உயரமும், 4 அடி குறுக் களவும் உள்ள உருளை வடிவமானதாகும். இதன் வெளிப்புறம் எஃகு தகடுகளாலும் (P), உட்புறம் (R) வெப்பம் தாங்க வல்ல சிலிகேட் கற்களாலும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். உலையின் அடிப்பாகத்தில் காற்றுச் செலுத்தப்படும் குழாய் களும் (T), அதற்கு அடியில் கசடு (S), உலோ கம் (M) இவற்றைத் தனித்தனியே வெளியேற்றும் திறப்புகளும் உள்ளன. கச்சாப் பொருள்களை உட்செலுத்த உலையின் மேற்புறம் ஒரு திறப்பு (O) உள்ளது.



படம் 22

உலையின் அடிப்பாகத்திலிருந்து காற்று உட் செலுத்தப்படும் குழாய்களுக்குமேல் சுமார் 3 அடி வரையிலும் கல்கரி அடுக்கப்படுகிறது. இவற்றைப் பற்றவைத்து, காற்றுக் குழாய்களின் வழியே சுமார் ·05 கி. கிராம் / செ.மீ. அழுத்தத் தில் காற்றுச் செலுத்தப்படுகின்றது. உலையின் மேற்பாகத்திலிருந்து 1 டன் ஊது உலை இரும்பு, 120 கிலோ கல்கரி, 20 கிலோ சுண்ணும்புக்கல் (இளக்கி) என்ற விகிதத்தில் செலுத்தப்படுகின் றது. சேதமடைந்த துண்டு இரும்புகளும் (scrap iron) இவற்றுடன் கலந்து செலுத்தப்படுகின்றன.

இரும்பு ஆக்சைடுகள் ஒடுக்கப்பட்டு, அதனுடன் கலந்துள்ள சில மாசுப் பொருள்கள், இளக்கியுடன் கலந்து கசடாக மாறு கின்றன. உருகின நிலையிலுள்ள மாசுப் பொருள்களைச் சுமார் 30 நிமிடங்களுக்கு ஒரு தரம் நீக்கிவிட்டு, சுமார் இரண்டு மணிக்கு ஒரு தரம், வார்ப்பிரும்பு நீர்ம நிலையில் வெளியேற்றப் படுகின்றது.

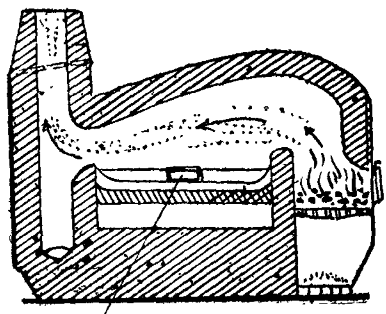
குபோலா உலையில் ஆக்சிஜனேற்றச் சூழ்நிலையுள்ளது. ஆனால் ஊது உலையில் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கச் சூழ்நிலையுள்ளது. மேலும் ஊது உலையைப் போன்று குபோலா உலை தொடர்ந்து செயற்படுத்தப் படுவதில்லை. வார்ப்பிரும்பின் வேதி இயைபு (chemical composition) கிட்டத்தட்ட ஊது உலை இரும்பை யொத்தே இருக்கும் ஆனால் இது மிக்க சமச்சீருள்ளதாயிருக்கும்.

வார்ப்பிரும்பில் கலந்துள்ள தனிமங்களின் பண்புகள், அளவுகள் அவற்றைப் பொறுத்து, அதன் பண்புகள் அமைந்திருக்கும். பொதுவாக வார்ப்பிரும்பில் 3 முதல் 4.5 சதவீதம் வரை கார்பன் இருக்கும். வார்ப்பிரும்பைப் பயன்படுத்தி எளிதில் பல் வேறு வார்ப்புப் பொருள்களைப் பெறலாம்.

தேனிரும்பு (Wrought iron) தயாரித்தல்

தேனிரும்பு மற்றெல்லாவகை இரும்புகளையும்விடத் தூயதானது. இதில் 0.25 சதவீதத்திற்குக் குறைவாகக் கார்பனும், மொத்த அளவு 0·25 சதவீதத்திற்கு மேற்படாமல் பிற மாசுப்பொருள்களும் உள்ளன. ஊது உலை இரும்பிலுள்ள மாசுப் பொருள்களை ஆக்சிகரணமடையச் செய்து, பின் அவை கசடுப் பொருளாக, இரும்பினின்றும் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஊது உலை இரும்பிலிருந்து இதனைப் பெறும் வழிகளில் கலக்கு முறை முக்கியமானதாகும்.

இம் முறையில், எதிர் அனல் உலை (Reverberatory furnace) ஒன்று பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உலோகம் உருக்கப்படும் இடத்தில் இரும்பு ஆக்சைடு போர்வைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதே இடத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள கதவுகளின் வழியே ஊது உலை



படம் 23

இரும்பு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றது. இதன்மேல் சேதமடைந்த இரும்புத் துண்டுகள், தாதுக்கள் போடப்படுகின்றன. நீண்ட சுவாலை கொடுக்கக் கூடிய நிலக்கரியை எரியவிடுகின்றனர். அனல், உலையின் மேற்புறத்தில் பிரதிபலித்து ஊது உலை இரும்பை உருக்குகின்றது.

இந் நிலையில் ஊது உலை இரும்பு நன்கு உருகி நீர்மநிலையை அடைகின்றது. இது நீண்ட எஃகு தண்டுகளால் நன்கு கலக்கப்

படுகின்றது. இச் சூழ்நிலையில் மாசுப் பொருள்கள் ஆக்சிகரண மடைகின்றன. சிலிகான் ஆக்சிகரணமடைந்து சிலிகான் டை ஆக்சைடாக மாறுகின்றது. இது இரும்பு ஆக்சைடுடன் வினையுற்றுக் கசடாக மாறுகின்றது. கார்பன் எரிக்கப்பட்டுக் கார்பன் மானோக்சைடு வாயுவாக வெளியேறுகிறது. பிற மாசுப்பொருள்களும், ஆக்சிஜினேற்ற மடைந்து, கசடுகளாகவோ வாயுக்களாகவோ வெளியேற்றப்படுகின்றன.

$$Si + O_2 \longrightarrow SiO_2$$
$$Fe\,O + Si\,O_2 \longrightarrow Fe\,Si\,O_3$$
$$2\,Fe + O_2 \longrightarrow 2\,FeO$$
$$FeO + Mn \longrightarrow Fe + MnO$$
$$MnO + Si\,O_2 \longrightarrow MnSiO_3$$
$$2\,C + O_2 \longrightarrow 2\,CO \uparrow$$
$$FeO + C \longrightarrow Fe + CO$$
$$2\,P + 5\,FeO \longrightarrow P_2\,O_5 + 5\,Fe$$

மாசுப் பொருள்களை இழந்த ஊது உலை இரும்பு தூய இரும்பாக மாறுகிறது. இதன் விளைவாக அதன் உருகுநிலை உயருகின்றது. இதன் விளைவாக நீர்ம நிலையிலுள்ள உலோகம், திண்ம நிலையாக மாறுகின்றது. கலக்குவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் எஃகு தண்டுகளின் நுனிகளில், இரும்பு பாகுபோல் ஒட்டிக் கொள்கின்றது. தண்டுகளின் நுனிகளில் தூய இரும்பு பந்து போல் திரட்டப்பட்டு உலையினின்று வெளியெடுக்கப்படுகின்றது. இந்த இரும்பில் கசடுப்பொருள்கள் கலந்தேயிருக்கும். உலையினின்று வெளியேற்றப்பட்டவுடன், இரும்புப் பந்தைச் சம்மட்டிகளால் அடிக்கின்றனர். இவ்வகையில் கசடுப்பொருள்கள் மேல் மட்டத்திற்குக் கொண்டுவரப்பட்டு நீக்கப்படுகின்றன.

இவ்வகையில் கிடைக்கும் இரும்பிற்குத் தேனிரும்பு (wrought iron) என்று பெயர். இது மிருதுவானது; வளையும் தன்மையுடையது; நொறுங்கும் தன்மையற்றது. இது எளிதில் அரிக்கப்படுவதில்லை.

தேனிரும்பு கம்பிகள், சங்கிலிகள், லாடங்கள், மின்காந்தங்கள், கொக்கிகள், நங்கூரங்கள், இறுக்கு ஆணிகள் முதலியன செய்யப் பயன்படுகிறது.

எஃகு (Steel)

இரும்பின் பல்வேறு வகைகளில் இதுவே மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இதில் 0.5 சதவீதம் முதல் 1.5 சதவீதம் வரை கார்பன்

உள்ளது. இதில் வார்ப்பிரும்பு, தேனிரும்பு இவற்றில் காணப் படும் நற்பண்புகள் காணப்படுகின்றன. அதேசமயம், அவ்வகை களில் காணப்படும் விரும்பத்தகாத பண்புகள் காணப்படுவ தில்லை.

வார்ப்பிரும்பு கடினத் தன்மையுடையது; ஆனல் எளிதில் நொறுங்கக்கூடியது. இவ்வகை இரும்பைக் கம்பிகளாக இழுக் கவோ, தகடுகளாக மாற்றவோ முடியாது. மேலும் இதனை, வெப்ப மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்துவதன் மூலம் முறுக்கேற்ற (tempering) முடியாது.

தேனிரும்பைக் கம்பிகளாக இழுக்கவும், தகடுகளாகத் தட்டவும் முடியும். ஆனல் இதன் வலிவு குறைவு. இவ்வகை இரும்பையும் முறுக்கேற்ற முடியாது.

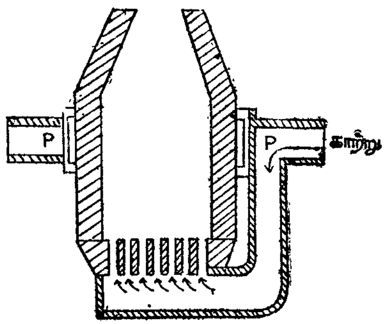
தொழில்துறையில் வெவ்வேறு இயந்திரங்களைச் செய்வதற்கும், கட்டடம், பாலம் அமைக்கவும் கடினமானதாயும், வலிவுடைய தாயும், நொறுங்கும் தன்மையற்றதாயும் உள்ள இரும்பு தேவைப் படுகின்றது. வார்ப்பிரும்பும் தேனிரும்பும் இவற்றிற்குப் பயன் படா. எஃகு கடினமானதாயும், உறுதி உள்ளதாயும், வலி வுடையதாயும் உள்ளது. இதனைக் கம்பிகளாக இழுக்கவும், தகடு களாக மாற்றியமைக்கவும் முடியும். மேலும் இதனைத் தகுந்த வெப்ப மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தி முறுக்கேற்ற முடியும். இக் காரணங் களினுல் எஃகு பெரும்பாலான பொறியியல் தோற்றுவிப்புகளில் (Engineering structures) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வார்ப்பிரும்பிலுள்ள அதிகப்படியான கார்பன், சல்ஃபர், பாஸ் பரஸ் என்ற தனிமங்களை நீக்கியோ, தேனிரும்புடன் தேவைப்படும் கார்பனைச் சேர்த்தோ எஃகு தயாரிக்கலாம். ஆனல் நடைமுறை யில் எஃகு வார்ப்பிரும்பிலுள்ள மாசுப்பொருள்களை நீக்கியபின், வேண்டுமளவு கார்பன் சேர்த்துத் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இம் முறைகளில் மிக முக்கியமானவைகளாவன: (அ) பெசிமர் முறை, (ஆ) சீமன்ஸ்-மார்ட்டின் திறந்த உலைமுறை, (இ) மின்முறை.

(அ) பெசிமர்முறை (Bessemer Process)

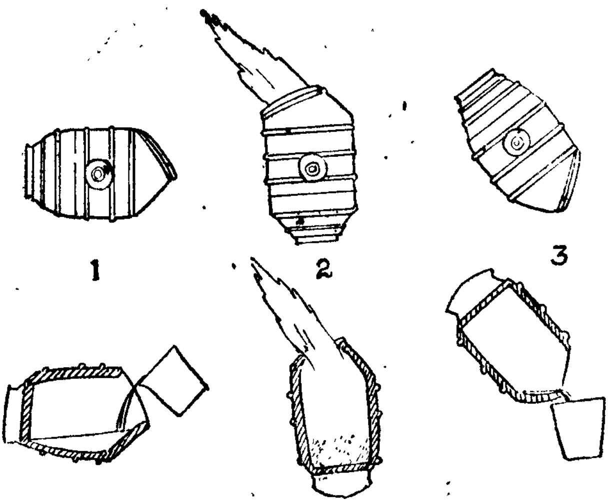
பெசிமர் உலை வெளிப்புறத்தில், எஃகு தகடுகளால் பொருத்தப் பட்டும், உட்புறத்தில் வெப்பம் தாங்கவல்ல கற்களால் பொருத்தப் பட்டும் இருக்கும். வெப்பம் தாங்கவல்ல கற்களின் வேதித் தன்மைக்கேற்ப அமிலமுறை, காரமுறை என மேலும் பெசிமர் முறையைப் பிரிக்கலாம். ஆனல், பெரும்பாலும் அமில பெசிமர் முறையே பெரும்பாலும் கையாளப்படுகின்றது.

பெசிமர்உலை முட்டை வடிவத்திலுள்ளது. உலையின் உட்புறம் சிலிகா கற்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தற்காலத்தில் பயன் படுத்தப்படும் உலைகள் தனித்தனியாகப் பிரிக்கக்கூடிய அடிப்பாகம், நடுப்பாகம், மேல்பாகம் என மூன்று பாகங்களால் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வகை அமைப்பினால் வெப்பம் தாங்கவல்ல கற்கள், பழு தானால் எளிதில் புதுப்பிக்க முடிகின்றது. உலையின் அடிப் பாகத்தில், காற்று அறையும், அதிலிருந்து உலைக்குக் காற் றைச் செலுத்தும் குழாய்களும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். காற்று அறைக்கு அதிக அழுத்தத்தில் காற்றை உட்செலுத்த ஒரு குழா யும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். உலையின் மேல்பாகம் குறுகி மூக்குப் போன்ற அமைப்பில் இருக்கும்.



படம் 24

பெசிமர் உலை இரு சுழலச்சு (P)முனைகளில் (pivots) பொருத்தப் பட்டிருப்பதால் உலையைச் சுழற்றிப் பல நிலைகளில் இருக்கும்



படம் 25

படி செய்யமுடியும். மேலே உள்ள படத்தில் காட்டியுள்ளபடி உலை யின் வாய் பக்கவாட்டில் மேல்நோக்கி (1) இருக்கும்படி செய்து

உருகிய நிலையிலுள்ள ஊது உலை இரும்பை உலையினுள் எடுத்துக் கொள்கின்றனர். காற்றுக் குழாய்களின் வழியே காற்றைச்செலுத்தத் தொடங்கிய பின்னர் ஊது உலையைச் செங்குத்தான நிலைக்குத் (2) திருப்புகின்றனர். தொடர்ந்து காற்றுச் செலுத்தப்படுகின்றது.

பெசிமர் உலையில் முதலில் இரும்பு ஆக்சைடுகள் ஓரளவு உருவாகின்றன. இதனைத் தொடர்ந்து கீழ்க்கண்ட வினைகள் நிகழ்கின்றன:

$$2\,Fe + O_2 \longrightarrow 2\,FeO$$
$$3\,Fe + 2\,O_2 \longrightarrow Fe_3O_4$$
$$2\,Si + Fe_3O_4 \longrightarrow 3\,Fe + 2\,SiO_2$$
$$4\,Mn + Fe_3O_4 \longrightarrow 3\,Fe + 4\,MnO$$
$$FeO + Mn \longrightarrow Fe + MnO$$
$$C + Fe_3O_4 \longrightarrow 3\,FeO + CO$$
$$FeO + C \longrightarrow Fe + CO$$
$$FeO + SiO_2 \longrightarrow FeSiO_3$$
$$MnO + SiO_2 \longrightarrow MnSiO_3$$

இவ் வினைகளால், ஊது உலை இரும்பிலுள்ள மாசுப்பொருள்கள் எரிக்கப்பட்டு, வாயுப்பொருள்களாகவோ கசடுகளாகவோ (CO, $FeSiO_3$, $MnSiO_3$) நீக்கப்படுகின்றன.

இந் நிலையில் ஸ்பீகல் (speigel) என்ற இரும்பு, கார்பன், மாங்கனீஸ் கலந்துள்ள உலோகக் கலவையில் கணக்கிடப்பட்ட அளவு கலந்து சீரான உலோகக் கலவையைப் பெறும்பொருட்டு மேலும் சில வினாடிகள் காற்றுச் செலுத்தப்படுகின்றது.

இதன் பின் உலை வாயைக் கீழ்நோக்கி இருக்குமாறு சாய்த்து (3) எஃகு வெளியேற்றப்படுகின்றது.

பெசிமர் உலையில் எடுத்துக் கொள்ளப்படும் ஊது இரும்பின் வெப்பநிலை சுமார் 1200°C முதல் 1300°C வரை இருக்கும். இதிலுள்ள 2 சதவீதச் சிலிகான் ஆக்சிகரண மடைவதாலேயே, அதிக அளவில் வெப்பம் கிடைக்கின்றது. மற்ற மாசுப்பொருள்களும், சுமார் 5 முதல் 10 சதவீத இரும்பு ஆக்சிகரணமடைவதாலும் வெப்பம் கிடைக்கின்றது. இவ்வித ஆக்சிகரண வினைகளால் சுமார் 300°C வெப்பநிலை உயருகின்றது. அமில பெசிமர் முறையில் எடுத்துக்கொள்ளப்படும் ஊது உலை இரும்பில் பாஸ்ஃபரஸ், சல்ஃபர் போன்ற மாசுகளின் அளவு ·.1 சதவீதத்திற்குக் குறைவாகவே இருத்தல்வேண்டும்.

பெசிமர் உலையினுட் செலுத்தப்படும் காற்றுச் சுமார் 2 கி.கி./ செ.மீ. அழுத்தத்தில் அனுப்பப்படுகிறது. காற்று முன் கூட்டியே வெப்பப்படுத்தப்படுவதில்லை. மாசுகளை நீக்க, இளக்கி போன்ற பிற பொருள்களும் சேர்க்கப்படுவதில்லை.

இந்த உலையினுள் நிகழும் வேதிவினைகள் அனைத்தையும் உலையின் மூக்கின் வழியே வெளியேறும் பொருள்களைக்கொண்டே அறியலாம். உலையைச் செங்குத்தான நிலைக்குக் கொணர்ந்தபிறகு முதல் இரண்டு, மூன்று நிமிடங்களில் இரும்பு ஆக்சிகரணமடை வதனைத் தீப்பொறிகள் உலையின் வாயிலிருந்து பொழிவதன்மூலம் அறியலாம். தொடர்ந்து மாங்கனீஸ், சிலிகான் போன்றபொருள்கள் ஆக்சிகரணமடைவதைக் கனத்த புகைமண்டலம் வெளிவருவதால் அறியலாம். இதனை அடுத்து நீண்ட சுவாலையுடன் (சுமார் 10 மீட்டர் உயரம்) கார்பன்மானோக்சைடு உலையின் வாயில் எரிவதன் மூலம், கார்பன் ஆக்சிகரணமடைவதை அறியலாம். இந் நிகழ்ச்சி சுமார் 6முதல் 8நிமிடங்கள்வரை நிகழும். கார்பன் மானோக்சைடு சுவாலை குறைந்துகொண்டே வந்து அணைந்து போகும்போது, கார்பன் முற்றிலும் வெளியேற்றப்பட்டது உணர்த்தப்படுகிறது. இவ்வாறாக, சுமார் 15 நிமிடங்களில் 15 டன் ஊது உலை இரும்பு பெசிமர் உலையில் எஃகாக மாற்றப்படுகிறது.

ஊது உலை இரும்பில் பாஸ்ஃபரஸ், சல்ஃபர், இவற்றின் அளவு 1.5 சதவீதத்திற்கு மேற்படின், அமில பெசிமர் முறைக்குப் பதிலாகக் கார பெசிமர் முறை மூலம் எஃகு தயாரிக்கப்படுகிறது. இம்முறை உலையின் உட்பூச்சாக, எரிந்த மாக்னசைட்டு அல்லது எரிந்த டாலமைட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கார பெசிமர் முறையில், நீர்ம நிலையிலுள்ள ஊது உலை இரும்பை, பெசிமர் உலையில் எடுத்துக்கொண்டபின் கணக்கிட்ட அளவு சுட்ட சுண்ணும்புக்கல் சேர்க்கப்படுகின்றது. சிலிகான், மாங்கனீஸ் போன்ற மாசுப்பொருள்கள் நீக்கப்பட்டவுடன், கார்பன் மானோக்சைடு சுவாலை தோன்றுகிறது. இது அணைந்த பின்னும் சுமார் மூன்று நிமிடங்கள் காற்றுச் செலுத்தப்படுகின்றது. இந் நிலையில்தான் பாஸ்பரஸ், சல்ஃபர், மாசுப்பொருள்கள் கீழ்க் கண்ட வினைகளின் மூலம் கசடுகளாக மாறுகின்றன:

$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

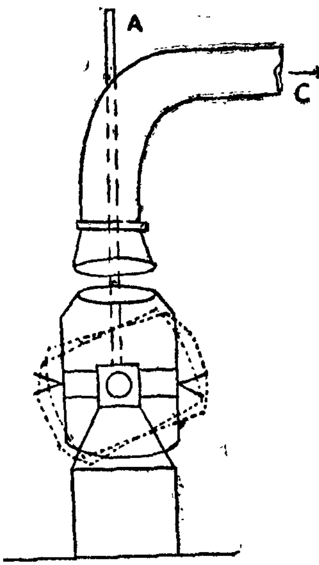
$$3CaO_5 + P_2O_5 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2$$

$$FeS + CaO \longrightarrow CaS + FeO$$

$$FeO + C \longrightarrow Fe + CO$$

பாஸ்ஃபரஸ், சல்ஃபர் உள்ள கசடுகள் இருக்கும்பொழுதே ஸ்பீகல் சேர்க்கப்பட்டால், இந்த மாசுப்பொருள்களும் மீண்டும் இரும்பில் சேர்ந்துவிடுகின்றன. எனவே, பெசிமர் உலையைச் சாய்த்துக் கசடுகளை நீக்கியபின் மீண்டும் செங்குத்தான நிலைக்குக் கொணர்ந்து கணக்கிடப்பட்ட அளவு ஸ்பீகல் சேர்க்கப்படுகின்றது. எஃகு சமச்சீராக இருக்கும்பொருட்டு மேலும் இரண்டொரு நிமிடங்கள் காற்றுச் செலுத்தப்படுகின்றது.

பெசிமர் முறையில் தயாரிக்கப்படும் எஃகில் சிறிதளவு நைட்ரஜன் வாயு கரைந்துள்ளதால், எஃகில் வாயுக் குமிழிகள் தோன்றுகின்றன. பெசிமர் உலையின் உட்புறச் சுவர்கள் அடிக்கடி பழுதாகிவிடுவதால் சுவரைப் புதுப்பிக்க வேண்டியுள்ளது. ஊது உலை இரும்பில் பாஸ்ஃபரஸ், கந்தகம் அதிக அளவில் (1.5%) இருப்பின் கார பெசிமர் முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது.



படம் 27

இது அமில முறையைப்போல் எளிதாக இல்லாமலும், காலதாமதமும் ஆகின்றது. இக்குறைகளைப் போக்க ஆஸ்டிரியா நாட்டிலுள்ள லின்ஸ் (Linz), டோனோவிட்ஸ் (Donowitz) என்ற இரு நகரங்களில், 1953-ல் ஒரு முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது அந்த ஊர்களின் முதல் எழுத்துகளைக் கொண்ட L - D முறை என அழைக்கப்படுகின்றது.

L-D முறை சிறிதளவு மாறுபட்ட பெசிமர் முறையாகும். இம்முறையில் பயன்படும் உலை பெசிமர் உலையைப்போன்ற அமைப்புள்ளது. இதன் அடிப்பாகம் மூடப்பட்டுள்ளது. மேல்பாகத்தில் உலை வாயுவினின்று வெளியேறும் பொருள்களை அப்புறப்படுத்த ஒரு போக்கி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் வழியே ஆக்சிஜன் செலுத்தும் குழாய் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

L-D முறையில் பயன்படுத்தப்படும் உலையின் உட்புறம் எரிக்கப்பட்ட டாலமைட்டுக் கற்களால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. உலையைத் தகுந்த முறையில் சாய்த்து, பழுதுபட்ட இரும்பு (scrapes) துண்டுகளும் நீர்ம நிலையிலுள்ள ஊது உலை இரும்பும்

எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. உலையின் வாயை மேல்நோக்கி இருக்கச் செய்து, ஆக்சிஜன் செலுத்தும் குழாயின் (A) நுனி உருகின உலோகத்தினின்று சுமார் ஓரடி தூரத்தில் இருக்கும்படி பொருத்துகின்றனர். இக் குழாயின் வழியே, ஒரு சதுர சென்டிமீட்டருக்கு 10 கிலோகிராம் அழுத்தத்தில், நீரினால் குளிர்விக்கப்பட்ட ஆக்சிஜன் செலுத்தப்படுகின்றது. இளக்கியாகப் பயன்படும் சுண்ணாம்புக் கல் சேர்க்கப்படுகின்றது.

ஆக்சிஜன் இரும்புடன் வினையுற்று இரும்பு ஆக்சைடு உண்டாகிறது. இரும்பு ஆக்சைடு சிலிகான், மாங்கனீஸ், கார்பன் போன்ற மாசுகளுடன் வினையுறுகின்றது. ஆக்சிகரண மடைந்த பொருள்கள் வாயுப் பொருள்களாகவும், கசடுகளாகவும் நீக்கப்படுகின்றன.

$$2\,Fe + O_2 \longrightarrow 2\,Fe\,O$$
$$2\,Fe\,O + Si \longrightarrow 2\,Fe + Si\,O_2$$
$$Fe\,O\,Mn \longrightarrow Fe + Mn\,O$$
$$Fe\,O + C \longrightarrow Fe + CO$$
$$Ca\,CO_3 \longrightarrow Ca\,O + CO_2$$
$$Ca\,O + Si\,O_2 \longrightarrow Ca\,Si\,O_3$$
$$Mn\,O + Si\,O_2 \longrightarrow Mn\,Si\,O_3$$
$$5\,Fe\,O + 2\,P \longrightarrow 5\,Fe + P_2\,O_5$$
$$3\,Ca\,O + P_2\,O_5 \longrightarrow Ca_3\,(PO_4)_2$$
$$Fe\,S + Ca\,O \longrightarrow Ca\,S + Fe\,O$$

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள பல வினைகள், வெப்பம் உமிழ் வினைகளாக இருப்பதால், வெப்பநிலை அதிகரிக்கின்றது. இவ் வினைகளினால் மாசுப் பொருள் நீக்கப் பெற்ற இரும்பின் அடர்த்தி அதிகமாக இருப்பதால், அது கீழ்நோக்கிச் சென்று, மாசுள்ள இரும்பு மட்டும் மேல்வந்து தூய்மை பெறுகின்றது. இவ்வாறு உலையில் இடப்பட்ட உலோகம் முழுமையும் தூய்மை யடைகின்றது.

ஆரம்ப நிலையில் உலையின்மேல் அமைந்துள்ள போக்கியின் (C) வழியாக வரும் கார்பன் மானாக்சைடு சிறிய சுவாலையுடன் எரிகின்றது. பின் நீண்ட சுவாலையுடன் எரிந்து, சுமார் 20 நிமிடங்களில் அணைகின்றது. சுவாலை அணைவது, உலையினுள் உலோகம் தூய்மையடைந்ததைக் காண்பிக்கின்றது. இந்நிலையில் உட்செலுத்தப்படும் ஆக்சிஜன் நிறுத்தப்பட்டுக் குழாய் மேலேற்றப்படுகிறது. உலையைத் திருப்பி, கசடு முதலில் நீக்கப்பெறுகிறது. பின்பு இரும்பு வெளியேற்றப்படுகிறது.

அமில பெசிமர் முறையில் பெறப்படும் எஃகின் அளவைப் போன்றே L-D முறையிலும் பெறப்படுகின்றது. L-D முறையைப் பின்பற்றுவதால் உலையின் உட்சுவர்கள் அடிக்கடி பழுதடைவதில்லை. இம்முறையில் பெறப்படும் எஃகில் நைட்ரஜன் வாயுக் குமிழிகள் குறைவாயும், சிறந்த எஃகாகவும் உள்ளது. இம் முறை பாஸ்ஃபரஸ் (1.5) அதிக அளவுள்ள ஊது உலை இரும்புக்கு ஏற்றதாயுள்ளது. இந்தியாவிலுள்ள பிலாய், ரூர்கேலா இரும்பாலைகளில் இம்முறை பின்பற்றப்படுகின்றது.

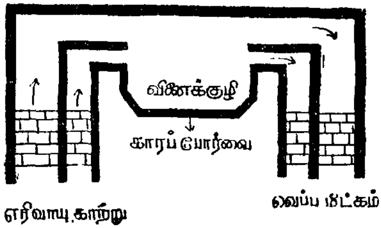
(ஆ) சீமன்ஸ்–மார்ட்டின் திறந்த உலை முறை (Siemen's and Martin's Open Hearth Process)

இம் முறை சீமன்ஸ், மார்ட்டின் என்ற இரு சகோதரர்களால் 1865-ல் பிரான்ஸ் நாட்டில் தொடங்கப்பட்டது. இம் முறையில் ஆக்சிகரண வினைகள் மெதுவாக நடைபெறுவதால், வினைகளில் வெளிப்படும் வெப்பம், உலோகத்தை உருக்கிய நிலையில் வைத்திருக்க முடிவதில்லை. வினைகள் முடிவடையச் சாதாரணமாக 8 முதல் 14 மணிவரை ஆகின்றது. உலை வாயு எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெப்ப மீட்டு (Regenerative heating) முறை பயன்படுத்தப்படுவதால், வெப்பம் சேதமடைவதில்லை. வினைகள் மெதுவாக நிகழ்வதால் அவ்வப்போது உலோகத்தைப் பகுத்தாய்ந்து அதன் இயைபையும், வேதி வினைகளையும் கட்டுப்படுத்த முடிகின்றது.

திறந்த உலையில் அமைக்கப்பட்டுள்ள வெப்பம் தாங்கவல்ல கற்களின் வேதித் தன்மைக்கேற்ப, அமில முறையென்றும், கார முறையென்றும் இரு முறைகள் உள்ளன. பெரும்பாலும், காரத் திறந்த உலை முறையே பயன்படுத்தப்படுகிறது. காரத் திறந்த உலைகள் 10 டன் முதல் 600 டன் வரை எஃகு உண்டாக்கும் திறன் உள்ளவையாக அமைக்கப்படுகின்றன. சுமார் 200 டன் திறன் உள்ள உலை சுமார் 70 அடி நீளமும், 20 அடி அகலமும், 2 அடி ஆழமும் உள்ளதாயிருக்கும். இதன் வெளிப்புறம் எஃகு தகடுகளாலானதும், உட்புறம் மாக்னசைட்டுக் கற்களால் போற்றப்பட்டும் இருக்கும். கசடுகள் உண்டாகும் உயரத்தில் குரோமைட் கற்களும், உலையின் கூரைப்பக்கமும், பிற இடங்களிலும் சிலிகா கற்களும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது தட்டையான மூசைபோன்ற அமைப்பை உடைய மூடப்பட்டுள்ள எதிர் வெப்ப உலையாக உள்ளது.

வினைக் குழியில் மூலப் பொருள்களைச் செலுத்தப் பல இடங்களில் கதவுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கசடு வெளியேற்றும்

கதவுகளும் தகுந்த உயரத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. உலையின் இருபுறமும் செங்கற்கள் அடுக்கப்பட்டுள்ள கோபுரங்கள் உள்ளன. உலையை விட்டு வெளியேறும் வாயுக்கள் இவற்றின் வழியே செலுத்தப்படுவதால், வெளிச் செல்லும் வாயுக்களின் வெப்பம் செங்கற்களுக்கு மாற்றப்படுகின்றது. உட் செல்லும் வாயுக்களின் திசையைமாற்றி, வெப்பமடைந்த கோபுரங்களின் வழியில் செலுத்துவதால், வெப்பம் சேதமடையாமல் மீட்கப்படுகின்றது.



படம் 27

உலையிலுள்ள வினைக் குழியில், ஹெமடைட், பழைய இரும்பு, எஃகு பொருள்கள், ஊது உலை இரும்பு இவற்றை எடுத்துக் கொண்டு, உலை வாயுவினால் சூடு செய்யப்படுகின்றது. சில இரும்பாலைகளில், உலை வாயுவுடன், கல்கரி உலை வாயு (coke oven gas) கலந்து செலுத்தப்படுகின்றது. சுமார் 2 மணி நேரம் வெப்பப்படுத்தப்பட்டவுடன், வினைக் குமிழியிலுள்ள பொருள்கள் உருகி வேதி வினைகள் நிகழ ஆரம்பிக்கின்றன. மாசுப் பொருள்கள் வாயுப் பொருள்களாகவோ, கசடுகளாகவோ, பின்வரும் வினைகளால் நீக்கப்படுகின்றன:

$$Fe_2O_3 + 3\,C \longrightarrow 2\,Fe + 3\,CO\uparrow$$
$$Fe_2O_3 + 3\,Mn \longrightarrow 3\,MnO + 2\,Fe$$
$$3\,Si + 2\,Fe_2O_3 \longrightarrow 3\,SiO_2 + 4\,Fe$$
$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2\uparrow$$
$$3\,S + 2\,Fe_2O_3 \longrightarrow 3\,SO_2\uparrow + 4\,Fe$$
$$12\,P + 10\,Fe_2O_3 \longrightarrow 3\,P_4O_{10} + 20\,Fe$$
$$P_4O_{10} + 6\,CaO \longrightarrow 2\,Ca_3(PO_4)_2$$
$$SiO_2 + CaO \longrightarrow CaSiO_3$$
$$MnO + SiO_2 \longrightarrow MnSiO_3$$

இவ் வினைகள் முடிவடையச் சுமார் 6 மணி முதல் 8 மணி வரை ஆகின்றது. நீர்ம நிலையிலுள்ள பொருள்களின் வழியே வாயுக்கள் வெளியேறுவதால் வினைக் குழியிலுள்ள இரும்பு கொதிப்பது போன்ற தோற்ற மளிக்கின்றது. மேலே மிதக்கும் கசடுகளை அவ்வப்போது அகற்றுகின்றனர். வினைக் குமிழியிலுள்ள இரும்பில் சிறிதளவு வெளியே எடுத்து அதன் இயைபு சோதிக்கப்படுகின்றது.

உலோகத்திலுள்ள மாசுப் பொருள்கள் நீக்கப்பட்டவுடன் கணக்கிடப்பட்ட அளவு ஸ்பீகல் (spiegal) என்ற இரும்பு, உலோகக் கலவையைக் கலந்து, எஃகு வெளியேற்றப்படுகின்றது. மறு முறை வினைக் குழியில், மூலப் பொருள்களை எடுத்துக் கொள்வதற்கு முன்பாக மாக்னசைட்டு, உட்பூச்சுப் பழுது பார்க்கப்படுகின்றது.

பெசிமர் முறைக்கும் திறந்த உலை முறைக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள்

எண்	பெசிமர் முறை	திறந்த உலை முறை
(1)	பொதுவாக அமில முறை பின்பற்றப்படுகிறது.	பொதுவாகக் காரமுறை பின்பற்றப்படுகிறது.
(2)	சுமார் 20 நிமிடங்களில் ஊது உலை இரும்பு எஃகாக மாற்றப்படுகிறது.	சுமார் 10 முதல் 14 மணி வரை ஆகின்றது.
(3)	வெளியிலிருந்து வெப்பப்படுத்தத் தேவையில்லை.	உலை வாயு போன்ற எரிபொருள்களினால் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது.
(4)	உருகின நிலையிலுள்ள ஊது உலை இரும்பு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது.	நீர்ம, அல்லது திட நிலையிலுள்ள இரும்பை எடுத்துக் கொள்ளலாம்.
(5)	ஊது உலை இரும்புடன் பிற வகை இரும்புகள் கலக்கப்படுவதில்லை.	ஊது உலை இரும்புடன், துருப் பிடித்த இரும்பு, மட்ட ரக இரும்பு, எஃகு துண்டுகள், பயன்படாத பழைய துண்டுகள், இரும்புத் தாதுக்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.
(6)	விளைச்சல் 80 சதவீதம் உள்ளது. (இரும்பின் ஒரு பாகம் ஆக்சைடாக மாற்றப்படுகிறது. சிறிதளவு கசடுகளாகவும் தீப்பொறிகளாகவும் வெளியேறுகின்றது.)	விளைச்சல் சிற்சில சமயங்களில் 100சத வீதத்திற்கு மேலுள்ளது (துருப்பிடித்த இரும்பு, இரும்புத் தாதுக்கள் இவற்றினின்றும் இரும்பு பெறப்படுகின்றது.)

(7)	உலையில் நிகழும் வினைகள் உலையின் மூக்கிலிருந்து வெளிப்படும் சுவாலையினால் அறியப்படுகிறது.	வினைக்குழியில் நிகழும்வினை களும் இரும்பின் தரத் தையும், பகுப்பாய்தலின் மூலம் அறியலாம்.
(8)	வேதி வினைகளை அதிகம் கட் டுப்படுத்த முடிவதில்லை.	வேதி வினைகளை நன்கு கட் டுப்படுத்தலாம்.
(9)	ஒவ்வொரு தடவையும் சுமார் 20 டன்கள்தாம் பெற முடியும்.	உலையின் திறனுக்கேற்ப, 10 டன் முதல் 200 டன் வரை எஃகு பெறமுடியும்.
(10)	எஃகு ஒரே சமச்சீராக இருப் பதில்லை.	சமச் சீராக உள்ளது.
(11)	எஃகு தரம் உயர்ந்ததாக இல்லை.	உயர்ந்ததாக உள்ளது.
(12)	முதலீடு குறைவு.	முதலீடு அதிகம்.

தற்காலத்தில் சில இரும்பாலைகளில் இருபடி முறை (Duplux process) பின்பற்றப்படுகிறது. முதலில் ஊது உலை இரும்பை அமில பெசிமர் முறைக்கு உட்படுத்தியும் பின்னர்த் தொடர்ந்து விளைபொருளைக் காரத் திறந்த உலை முறைக்கும் உட்படுத்து கின்றனர். இவ்வாறு செய்வதால் சமச்சீருள்ள தரம் மிக்க எஃகு கிடைக்கின்றது. இரண்டு முறைகளை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ந்து நிகழ்த்துவதன் மூலம், காரத் திறந்த உலையில் சுமார் 6 மணி நேரத்திலேயே சிறந்த எஃகு பெற முடிகின்றது.

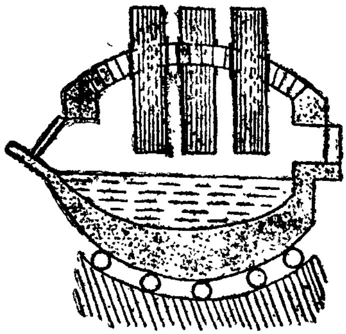
(இ) மின் முறை

மின்சாரம் மலிவாக உள்ள இடங்களிலும் தூய்மையான சிறப்பு எஃகுகள் செய்யவும் மின்முறை பின்பற்றப்படுகின்றது. மின்முறையில் மின்சார ஆற்றல், வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டு அந்த வெப்பத்தைப் பயன்படுத்திச் சிறப்பு மிக்க எஃகுகள் செய் யப்படுகின்றன. மின் உலைகளில் வெப்பம், சூழ்நிலை முதலியவற்றை எளிதில் கட்டுப்படுத்தலாம். வெப்பத்தைப் பெற வாயு, திண்மப் பொருள்கள் பயன்படுத்தாதலால், கழிவு வாயுக்கள், சாம்பல்போன்ற வற்றினால் ஏற்படும் இடர்ப்பாடுகள் அறவே நீக்கப்படுகின்றன.

மின் சக்தியிலிருந்து வெப்ப ஆற்றலைப் பெற இரு வகை மின் உலைகள் நடைமுறையில் பழக்கத்திலுள்ளன. அவைகளாவன: (1) மின் வில் உலை, (2) மின் தூண்டு உலை.

(1) மின் வில் உலை (Electric arc furnace)

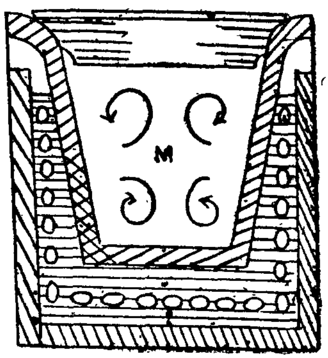
எஃகினால் ஆன ஒரு மூசையின் (crucible) உட்புறம் உலையில் எடுத்துக்கொள்ளும் இரும்பிலுள்ள மாசுகளின் தன்மைக் கேற்ப, அமில அல்லது கார வெப்பந் தாங்கவல்ல பூச்சு பூசப் பட்டிருக்கும். இந்த மூசையின் மூடியில் அமைக்கப்பட்டுள்ள துவாரங்களின் வழியாக மேலும் கீழும் நகர்த்தக்கூடிய கிராஃபைட்டு மின் முனைகள் அமைக்கப் பட்டுள்ளன.



படம் 28

மின் முனைகளை உயர்த்தி மூசையினுள் தகுந்த அளவில் ஊது உலை இரும்பு அல்லது பெசிமர் உலையில் கிடைக்கும் எஃகு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. கணக்கிடப்பட்ட அளவில், மாசுகளைக் கசடுகளாக நீக்கும்பொருள்கள் உலோகத்துடன் சேர்க்கப் படுகின்றன.

மின் முனைகள் தாழ்த்தப்பட்டு மின் இணைப்புக் கொடுக்கப் படுகின்றது. மின் வில் ஒரு மின்வாயிலிருந்து மற்றொரு மின் வாய்க்கு, உலோகத்தின் மேற்பரப்பில் தாவுகின்றது. இதனால்,



படம் 29

உலோகம் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு உருகுகின்றது. மற்ற உலைகளால் நிகழ்வது போல், இங்கும் பல வேதிவினைகள் தொடர்ந்து நிகழ்ந்து மாசுப் பொருள்கள் கசடுகளாக நீக்கப்படுகின்றன.

(2) மின் தூண்டு உலை (Electric Conduction Furnace)

இந்த உலையும் மூசை வடிவத்திலுள்ளது. இதனைச்சுற்றிலும் குளிர் நீர் பாய்வதால், குளிர்விக்கப்படும் காப்பர் குழாய் சுற்றப் பட்டுள்ளது. இக்குழாய் வெப்பம் தாங்கவல்ல பொருள்களிடையே அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

ஊது உலை இரும்பு, அல்லது பெசிமர் உலையில் பெற்ற எஃகு மூசையினுள் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகின்றது. மாசுப் பொருள்களை நீக்குவதற்குத் தேவைப்படும் பொருள்களும், இளக்கியும் இதன் மேல் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது. காப்பர் குழாயில் அதிக அதிர்புள்ள முதன்மை மின்னோட்டம் (High frequency primary-current) செலுத்தப்படுகின்றது. மூசையினுள் இருக்கும் உலோகத்தில் சுழல் மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. இதன் விளைவாக உலோகத்தின் வெப்பநிலை உயருகின்றது.

மூசையினுள் உள்ள உலோகம் உருகுகின்றது. அதிலுள்ள மாசுப் பொருட்கள் மற்ற உலைகளில் ஏற்படுவதையொத்த வேதி வினைகளால், வாயுப் பொருட்களாகவும், கசடுப் பொருளாகவும் நீக்கப்படுகின்றன.

மின் உலைகளில் தயாரிக்கப்படும் எஃகு வகைகள் சிறந்த தாகவும், சமச்சீருள்ளதாயும் இருக்கின்றது. மிக உயர்ந்த ரக எஃகு தயாரிக்க மின் உலைகளில் தேனிரும்பும் தேவையான கரி ஸ்டீகல் போன்ற பொருள்களும் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகின்றன. இவ்வகை எஃகு உயர்ந்த ரக எஃகு கருவிகள் தயாரிக்கப்படுகிறது.

சாதாரண எஃகில் கார்பனின் சதவீதம் 0·06 லிருந்து 2 சத வீதம் வரை இருக்கும். எஃகின் பண்புகள் அதிலுள்ள கார்பனின் அளவைப் பொருத்தேயுள்ளது. கார்பனின் அளவு 0·8 சதவீதம் வரும் வரையில் எஃகின் இறுக்க வலிவு (Tensile strength) வெகு வேகமாக அதிகரிக்கின்றது. கார்பன் 0·01 சதவீதம் உயருகையில் இறுக்க வலிவு 7.0கி. கிராம்/செ.மீ என்ற அளவில் உயருகின்றது. கம்பியாக நீட்டப்படும் தன்மையும், தகடுகளாக அடிக்கப்படும் தன்மையும், கார்பனின் அளவு அதிகமாக அதிகமாகக் குறைகின்றது. கார்பன் எஃகின் பண்புகளுக் கேற்பத் தொழில்துறையில் பயன்படுத்த எடுத்துக் காட்டாக எஃகின் சில உலோகங்களாவன:

முறுக்கேற்றல்

எஃகைச் செஞ்சூட்டுக்கு வெப்பப் படுத்தித் திடீரென குளிர வைத்தால், எஃகு நொறுங்கும் தன்மையைப் பெறுகின்றது. செஞ் சூட்டிலுள்ள இரும்பை மெதுவாகக் குளிர வைத்தால் கடினத் தன் மை அதிகமாகும். இது போன்றே, எண்ணெயில் நனைத்தோ, நீரில்

கார்பனின் சதவீதம்	பண்புகளும் பயன்களும்
< 0·06	கம்பியாக எளிதில் இழுக்கலாம். மெல்லிய தகடுகளாக மாற்றலாம்.
·08—·20	கம்பிகள், மெல்லிய தகடுகள், இறுக்கு வலிவு சுமாராக உள்ளது.
·20—·50	கப்பல் கட்டுதல், கொதி கலன்கள் அமைத்தல், கொதி கலன் குழாய்கள் அமைத்தல். அதிர்ச்சி, அதிர்பு தாங்க வல்லது.
·50—·80	ரயில் பெட்டிகள், கனரக இயந்திர சாதனங்கள் அமைத்தல். இறுக்கு வலிவு அதிகமாக உள்ளது. கோடரி, மண்வெட்டி, ரயில் பெட்டி சக்கரங்கள் முதலியன செய்தல்.
·80—1·00	தாங்கும் வலிமை அதிகம். இருப்புப் பாதைகள், பாலங்களுக்குத் தேவையான தூலம் (girder) முதலியன செய்தல்.
> 1·00	கடினமும், வலிமையும் பொருந்தியது. கத்தி, அரம், கருவிகள் செய்தல்.

நனைத்தோ, குளிர வைத்தால் எஃகு வெவ்வேறு வித கடினத் தன்மையைப் பெறுகின்றது. இவ்வாறு வெப்பப் படுத்தி குளிர வைத்து எஃகின் பண்புகளை மாற்றுவதற்கு "முறுக்கேற்றல்' அல்லது "துவைச் சலூட்டல்" என்று பெயர்.

உலோகக் கலவை எஃகு வகைகள் (Alloy steels)

கார்பனும் பிற தனிமங்களுமாக சேர்ந்து எஃகில் **2·0**சதவீதம் மேலிருப்பின் அந்த வகை எஃகு உலோகக் கலவை எஃகு (alloy-steels) என அழைக்கப் படுகின்றது. இவ்வகை எஃகுகளின் பண்புகள், அதில் கலந்துள்ள பிற தனிமங்களின் பண்புகளையும் அவற்றின் அளவுகளையும் பொருத்துள்ளதாயிருக்கும்.

பிற தனிமங்கள் எஃகில் கலக்கப் படுவதால், ஏற்படும் பண்பு மாற்றங்களும், அவ்வகை உலோகக் கலவைகளின் சிறப்புப் பண்புகளும் அவற்றின் பயன்களும் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப் பட்டுள்ளன.

உலோகக் கலவை எஃகின் பெயர்	எஃகில் முக்கியமாக உள்ள தனிமத்தின் அளவு	பண்புகளும் பயன்களும்
சிலிகான் எஃகு	3·5% அளவு சிலிகான் ·2% கார்பன்	மிகுந்த மின்தடையும், அதிக காந்தத் தன்மையும் பெற்றுள்ளது. மின்காந்தம் டிரான்ஸ்ஃபார்மார்கள்.
மாங்கனீஸ் எஃகு	14% வரை மாங்கனீஸ் 1% கார்பன்	கடினமும் உறுதியும் உள்ளது.
டங்ஸ்டன் எஃகு	15-20% டங்ஸ்டன் 5% குரோமியம் 0·6 % கார்பன்	பாறை உடைக்கும் கருவிகள் உறுதியான இரும்புப் பெட்டிகள். காந்தசக்தி நிலையானது.
துருவேரு எஃகு (Stainless steel)	10–15% குரோமியம்	துளை போடும் இயந்திரங்கள் நிலையான காந்தங்கள். துருப் பிடிக்காது. காந்தத்தால் ஈர்க்கப்படாது. கடினமானது.
அதி வேக கருவி எஃகு	5–10 குரோமியம் டங்ஸ்டன் மாலிப்பிடினியம் ·8% கார்பன்	பாத்திரங்கள், கலைப்பொருள்கள் வாகனத்தின் பாகங்கள் கடினமானது. எளிதில் தேய்வடையாது துருப் பிடிக்காது. அதிவேகமாக இயங்கும் கருவிகள் பாகம் பிஸ்டன் வளையங்கள், இயந்திரங்களின் அச்சுக்கள்.
இன்வார் (Invar)	36% நிக்கல் 1% பிறதனிமங்கள்	வெப்பத்திஞல் விரிவடையும் தன்மை மிகக் குறைவு. கடிகாரங்களின் ஊசல்கள், கைக் கெடிகாரங்களின் பாகங்கள்.
பிளாட்டினேட் (Platinate)	40% நிக்கல் 2% பிறதனிமங்கள்	வெப்பத்திஞல் விரிவடையும் அளவு, கண்ணுடியை ஒத்துள்ளது.. கண்ணுடியுடன் உலோகத்தைப் பொருத்துதல். எலக்டிரிக் பல்புகள்.

உலோகக் கலவை எஃகின் பெயர்	எஃகில் முக்கியமாக உள்ள தனிமத்தின் அளவு	பண்புகளும் பயன்களும்
குரோம் எஃகு (Chrome steel)	15% குரோமியம் ·5% கார்பன்.	மிக்க கடினத்தன்மையும் உறுதியும், வலிமையும் உள்ளது. பல்பினைகள் (gears) வளை தண்டுகள் (crank shaft) கேடயங்கள் பாதுகாப்பான இரும்புப் பெட்டிகள், அறுவைச் சிகிச்சைக் கருவிகள்.

துரு (Rust)

இரும்பு, சுற்றுப்புறத்திலுள்ள ஈரக்காற்றுடன் வினையுற்று அரிமானம் அடைவதை துருபிடித்தல் (Rusting) என்கிறோம். துரு பிடிப்பதற்கு சாதகமான சூழ்நிலைகளும், துரு பிடித்தலுக்கான காரணங்களும் நன்கு ஆராயப்பட்டுத் தெளிவான முடிவுகளைப் பெற்றுள்ளோம்.

இரும்பு துரு பிடிக்க ஆக்சிஜன், ஈரம், கார்பன்டை ஆக்சைடு முதலிய பொருள்கள் தேவையாக உள்ளன. இம்மூன்றில் ஏதாவது ஒன்று இல்லாவிடில் இரும்பு துரு பிடிப்பதில்லை.

இரும்பு துரு பிடித்தலை வேதிக் கொள்கையினுல் விளக்கலாம். இக்கொள்கையின்படி, இரும்பு, ஈரம், கார்பன்டை ஆக்சைடு இவற்றுடன் வினையுற்று ஃபெர்ரஸ் பைகார்பனேட் என்ற சேர்மம் முதலில் உருவாகின்றது. பின்னர் இச்சேர்மம் ஆக்சிஜனுடன் வினையுற்று ஃபெர்ரஸ் ஹைட்ராக்சைடு உருவாகின்றது. முடிவில் ஃபெர்ரஸ் ஹைட்ராக்சைடு நீரேற்றமடைந்த ஃபெர்ரிக் ஆக்சைடாக மாறுகின்றது. இப்பொருளையே துரு என அழைக்கின்றோம். மேற் கூறிய வினைகளைக் கீழ்காணும் சமன்பாடுகளால் குறிக்கலாம்.

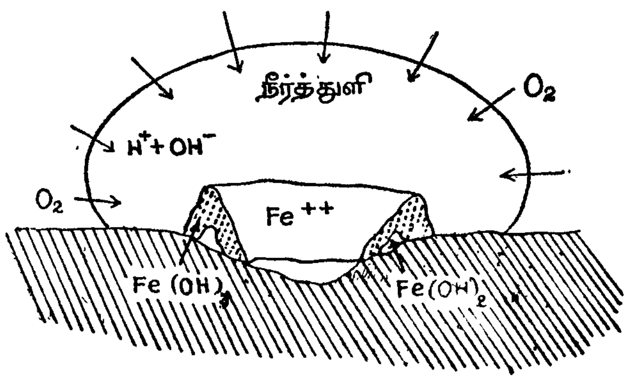
$$Fe + 2H_2O + 2CO_2 \longrightarrow Fe(HCO_3)_2 + H_2$$
$$4\,Fe(HCO_3)_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow 4\,Fe(OH)_3 + 8\,CO_2$$
$$2\,Fe(OH)_3 \longrightarrow \underset{\text{துரு.}}{Fe_2O_3 \cdot 3\,H_2O}$$

மின் வேதிக் கொள்கையாலும் இரும்பு துரு பிடித்தலை விளக்க முடியும். ஈரமுள்ள காற்று மண்டலத்திலுள்ள இரும்புத் துண்டின் மீது ஒரு சிறு மாசுப்பொருள் (எடுத்துக் காட்டாக ஒரு

கார்பன் துகள்) இருப்பின் அந்த இடத்தில் வேகமாக இரும்பு துருவாக மாறுவதைக் காணலாம். இரும்பின் மீதுள்ள மாசுப் பொருள், நேர்மின் வாயாகவும், அதனைச் சுற்றிலுமுள்ள இரும்பு எதிர்மின் வாயாகவும் செயல்படுகின்றது. இரும்பின் மீதுள்ள ஈரக்காற்று, இவ்வாறு ஏற்படும் மின்கலம் நன்கு செயல்பட உதவுகின்றது. இக்காரணங்களினால், எதிர்மின் வாயாக செயல் படும், இரும்புப் பாகம் அரிமானம் அடைகின்றது.

கார்பன்டை ஆக்சைடு, ஆக்சிஜன் கரைந்துள்ள, நீரின் முன்னிலையில், இரும்பு துருப்பிடித்தலையும், மின்வேதிக்கொள்கை யால் எளிதில் விளக்கலாம்.

படத்தில் காட்டியுள்ளபடி, ஓர் இரும்புத் தகட்டின்மேல் ஒரு துளி (drop) நீர் இருப்பதாகக் கொள்வோம். நீர் துளி, வெளிக் காற்று மண்டலத்துடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளதால், துளியின் மத்தியில், ஆக்சிஜனின் அடர்வு, துளியின் வெளி மட்டத்தில் இருப் பதை விட குறைவாக இருக்கும். ஆக்சிஜனின் அடர்வு குறைவாக உள்ள, நீர் துளியின் மத்திய பாகத்துடன் தொடர்புள்ள இரும்பு நேர் முனையாகச் செயல்படத் துவங்குகிறது. நீர்த்துளியின் வெளிப் பரப்பைத் தொட்டுக்கொண்டுள்ள இரும்பு எதிர் மின் முனையாக செயல்படத் துவங்குகிறது.



படம் 30

இவ்வாறு ஏற்பட்ட மின் கலத்தில், நீரின் பிரிகையால் கிடைக் கப்பட்ட ஹைட்ரஜன் அயனிகளும், (H^+) ஹைட்ராக்சைடு அயனி களும் (OH^-) முறையே எதிர் மின் முனையையும், நோக்கி நகரு கின்றன. துளியின் மத்திய பாகத்துடன் தொடர்புள்ள இரும்பைச் சுற்றியும் பெர்ரஸ் ஹைட்ராக்சைடு உருவாகின்றது. இச்சேர்மம்

எளிதில் ஆக்சீகரணம் அடைவதால், ஃபெர்ரிக் ஹைட்ராக்சைடாக மாறி, பின் துருவாக கீழே படிகின்றது.

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$Fe^{++} + 2OH^- \longrightarrow Fe(OH)_2$$

$$4Fe(OH)_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_3$$

$$2Fe(OH)_3 \longrightarrow \underset{\text{(துரு)}}{Fe_2O_3 \cdot 3H_2O}$$

இவ்வினைகளினால் நீர்த் துளியின் நடுவில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜினின் அடர்பு வெகுவாக குறைகின்றது. ஆக்சிஜன் அடர்பு வித்தியாசம் அதிகரிப்பதால், மின்கலத்தின், மின்முனை அழுத்தம் அதிகரித்து அரிமானம், துரிதமாக நடைபெறுகின்றது.

இவ்வாறு துரு உருவாகும் இடத்திற்கு அடியிலுள்ள பாகத்தில் ஆக்சிஜன் அடைய முடியாததால், அந்த இடத்திலும் ஆக்சிஜன் அடர்பு வித்தியாசம் அதிமாகின்றது. விளைவாக மீண்டுமொரு ஆக்சிஜன் அடர்பு மின்கலம் உருவாகினறது சிலஃபெர்ரஸ் அனியகள், துருவின் வழியே, ஊடுருவி, ஃபெர்ரஸ் ஹைட்ராக் சைடாக படிகின்றது

துரு பிடித்தலைத் தவிர்க்கும் வழிகள் (Rust prevention methods)

ஆக்சிஜன், கார்பன்டைஆக்சைடு, நீர் இவற்றில் ஏதாவ தொன்றுவது இரும்பின் அருகாமையில் இல்லாதிருக்கும்படிச் செய்தால், துரு பிடித்தலைத் தவிர்க்கலாம். இரும்பு துருப்பிடித்தலைத் தவிர்க்கப் பல்வேறு முறைகள் பின்பற்றப் படுகின்றன.

தொழிற் துறையில் இரும்பு தகடுகளின் மீது, தகரம் (Sn) பூசுதல் ஒரு முறையாகும். இவற்றைச் சாதாரணமாக தகரம் (Tin) என அழைக்கின்றோம். தகரப் பூச்சுக்கு அடியிலுள்ள இரும்பு வெளி மண்டலக் காற்றுடன் தொடர்பை இழுத்தலால் இரும்பு துருபிடிப்பதினின்று, தடுக்கப்படுகின்றது. இரும்புத் தகடுகள், கம்பிகள் மீது துத்தநாகம் பூசுதல் மற்றொரு முறையாகும். இப் பூச்சு துருப் பிடித்தலை மிகச் சிறந்த முறையில் தடுக்கின்றது. துத்த நாகப் பூச்சு சிறிது பழுதடைந்தாலும், பழுதடைந்த பாகத்திலுள்ள இரும்பு நேர்மின் முனையாகவும், அதனைச் சுற்றியுள்ள துத்தநாகப் படலம், எதிர் மின் முனையாகவும் செயல் படுவதால், மின்வேதி முறையில் இரும்பு துருபிடிப்பது தவிர்க்கப் படுகின்றது. அரிமான எதிர்ப்பு வண்ணப்பூச்சு (anti corrosive paints) எனுமல் பூச்சு, வண்ணப்பூச்சு, இவற்றில் ஏதாவதொன்றை இரும்பின் மேல் பூசுவதின் மூலமும், இரும்பு துருப்பிடித்தலைத் தடுக்கலாம். இவ்வகை

பூச்சுகளால், காற்று மண்டலத்துடன், இரும்பு கொள்ளக்கூடிய தொடர்பு துண்டிக்கப்பட்டுத் துருபிடித்தல் தவிர்க்கப்படுகின்றது. நீரை பொறுத்து ஒதுக்கும் பொருள்களான தார் போன்ற மிக மலிவான பொருள்களை இரும்பின் மீது பூசியும் துருப்பிடித்தலைத் தடுக்கலாம்.

செம்பழுப்பு வெப்பநிலைக்கு, காய்ச்சப்பட்ட இரும்பின் மீது நீராவியைச் செலுத்தினால், இரும்பின் மீது மெல்லிய கருப்பு நிறமுள்ள இரும்பின் காந்த ஆக்சைடு (Magnetic oxide of iron — Fe_3O_4) படலம் உருவாகின்றது.

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$

இந்த காந்த ஆக்சைடு படலம், தொடர்ச்சியாகவும், நுண் துளைகளற்றதாயுமுள்ளதால், காற்று மண்டலம், இரும்புடன் தொடர்பு கொள்ள முடியாது. இவ்வழியிலும், சிறிது காலத்திற்கு இரும்பு, துருப்பிடித்தலைத் தவிர்க்கலாம்.

இரும்புச் சாமான்களை, காரம் கலந்த சோடியம் பாஸ்ஃபேட் கரைசலில், அமுக்கி எடுத்தால், இரும்பின் மேற்பரப்பு வேதி வினைக்கு உட்பட்டு, கார இரும்பு பாஸ்ஃபேட் படலம் உருவாகின்றது. இப்படலம் தொடர்ச்சியாகவும், நுண் துளைகளற்றதாகவும் உள்ளது. இதனால் வெளிக்காற்று மண்டலம் இரும்புடன் தொடர்பு கொள்வது தடுக்கப்பட்டு, துருப்பிடித்தல் தவிர்க்கப்படுகின்றது.

இரும்புத்தகட்டினால் செய்யப்பட்ட நீர் கொதிகலன்கள், துருப்பிடிக்காமலிருக்க, கொதி கலத்தின் உட்பக்கம், ஒரு துத்தநாகத் தண்டுடன் இணைக்கப்படுகின்றது. இந்த சூழ்நிலையில் துத்தநாகம் நேர்மின் முனையாக செயல்பட்டு இரும்பு துரு பிடித்தல் தவிர்க்கப்படுகின்றது. இவ்விதம் ஓர் உலோகத்தின் அரிமானத்தைத் தடுக்க, பயன்படும், உலோகத்துண்டுக்கு, தியாக நேர்மின் முனை (sacrificial anode) என்று பெயர். இதே வேதி மின் முறையைப் பின்பற்றி, நிலத்தில் புதைந்துள்ள நீரேற்று இரும்புக் குழாய்களுடன் ஆங்காங்கே துத்தநாகத் துண்டுகளை இணைத்து, இரும்பு துருப்பிடித்தலைத் தவிர்க்கலாம்.

8. உலோகக் கலவைகள்

(Alloys)

உலோகத்தில் இயற்கையில் கிடைக்கும் 92 தனிமங்களில் சுமார் 70 தனிமங்கள் உலோக வகையைச் சேர்ந்தவை. அவற்றுள் சுமார் 30 உலோகத் தனிமங்களே பெருமளவில், வணிக ரீதியில் தயாரிக்கப் படுகின்றன. கனரக இயந்திரங்கள் செய்யவும், இயந்திரங்களின் பல்வேறு நுட்ப பாகங்களைச் செய்யவும், வெவ்வேறு பண்புகளையுடைய உலோகங்கள் தேவைப் படுகின்றன. தூய உலோகத் தனிமங்கள் பலவற்றிற்கு, இப்பண்புகளிருப்பதில்லை. ஆனால், ஓர் உலோகத்துடன் மற்றொரு தனிமத்தைக் குறிப்பிட்ட அளவு கலப்பதால் பெறப்படும், உலோகக் கலவையின் பண்புகள், அக்கலவையிலுள்ள தனிமங் களின் பண்புகள், அளவுகள், இவற்றைப் பொருத்திருக்கும். உலோகத் தனிமங்களுடன் பல்வேறு தனிமங்களை, பல்வேறு விகிதத்தில் கலக்க முடியுமாதலால், ஆயிரக்கணக்கான, வெவ்வேறு பண்புகளுடைய உலோகக் கலவைகளைப் பெற முடியும். இவ்வாறு தேவைக்கேற்ற பண்புகளையுடைய, உலோகக் கலவையை எளிதில் பெறலாம்.

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனிமங்கள் ஓர் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் நன்கு கலந்து கிடைக்கும் சமச் சீருள்ள கலவையில், குறைந்த பட்சம் ஒரு கூறுவது உலோகமாவது இருப்பின் அந்தக் கலவை, உலோகக் கலவையென அழைக்கப்படும். எடுத்துக் காட்டாக சாதாரண பித்தளை 70% காப்பரும், 30% துத்தநாகமும் கொண்ட சமச் சீருள்ள ஓர் உலோகக் கலவை யாகும். இதிலுள்ள இரு கூறுகளும் உலோகங்களாகும். எஃகில், இரும்பும், 0.2% முதல் 2.0% வரை கார்பனும் கலந்துள்ளது. இந்த உலோகக் கலவையில் ஒரு கூறுன இரும்பு மட்டும் உலோகமாகும் "பாபிட் உலோகம்" என அழைக்கப்படும், தாங்கி உலோகக் கலவையில், 3.7% காப்பரும் 7.4% ஆன்டிமொனியும், 88.9% தகரமும் கலந்துள்ளது. இம்மூன்றும் உலோகத் தனிமங்களாகும்.

ஓர் உலோகத்துடன் மிகச் சிறிய அளவே மற்றொரு தனிமம் கலக்கப்பட்டாலும், உலோகத்தின் பண்பு பெரிதும் மாறுபடுகின்றது. பண்பு மாறுபடும் வேகம், கலக்கப்பட்ட தனிமத்தின் அளவு நேர் விகிதத்தில் அமைய வேண்டு மென்பதில்லை. எடுத்துக் காட்டாக தேனிரும்புடன் ·25% கார்பன் கலந்தால், குறைந்த கார்பனுள்ள எஃகு கிடைக்கின்றது. இதன் பண்புகள் தேனிரும்பின் பண்புகளிலிருந்து மாறுபட்டுள்ளது. இரும்புடன் ·6% லிருந்து ·2% கார்பன் கலந்தால், அதிக கார்பனுள்ள எஃகு கிடைக்கின்றது. சிறிதளவே கார்பன் அளவில் மாறுபடினும், பண்பில் பெருமளவு மாறுதல் காணப் படுகின்றது.

ஈயம் மிக மிருதுவான உலோகம். ஆனால் ஈயத்துடன் 1% முதல் 2% வரை மட்டும் ஆன்டிமொனி கலப்பதினால் அது மிக்கக் கடினத் தன்மையடைகின்றது. உலோகக் கலவையின் பண்புகள் கலவையிலுள்ள உலோகங்களின் சராசரி பண்புகளாக இருப்ப தில்லை. எடுத்துக் காட்டாக "உட் உலோகம்" (wood metal) என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவை 70.5°C வெப்ப நிலையில் உருகுகின்றது. அந்த உலோகக் கலவையிலுள்ள தனிமங்களான ஈயம், தகரம், பிஸ்மத், காட்மியம் இவற்றின் எந்த ஒரு தனிமத்தின் உருகு நிலையும் 230°.Cக்கு குறைவாக இல்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

உலோகக் கலவையிலுள்ள தனிமங்களின் பண்புகளிலிருந்து உலோகக் கலவையின் தன்மைகள் பெரிதும் மாறுபட்டு காணப் படுகின்றன. எனவே உருகு நிலை, நிறம் போன்ற பௌதிகத் தன்மைகளை முன்னிட்டு கூற முடியாது. பொதுவாக ஒரு உலோகக் கலவை எளிதில் அரிமானமடைவதில்லையெனக் கூறலாம். உலோகக் கலவையின் மின்காந்த தன்மைகளும், அக்கலவையிலுள்ள தனிமங்களின் மின்காந்த தன்மைகளிலிருந்து பெரிதும் மாறுபட்டே காணப்படுகின்றன. உலோகக் கலவையின் தன்மை மாறுபாடு விகிதம் கலவையிலுள்ள தனிமங்களின் விகிதத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் அமைவதில்லை. பல சமயங்களில் மிகச் சிறிய அளவு தனிமங்கள் சேர்க்கப்படினும், கலவையின் பண்புகளில் பெரும் மாற்றங்களைக் காண முடிகின்றது.

உலோகக் கலவைகளைத் தயாரிக்கும் முறைகள் :

வணிக ரீதியில் பெறப்படும் 30 உலோகங்களும், உலோகங் களுடனாவது, அல்லது அலோகங்களுடனாவது கலந்து சமச் சீருள்ள பல்லாயிரக் கணக்கான உலோகக் கலவைகள்

கொடுக்கின்றன. இந்த உலோகக் கலவைகளில் பங்கேற்கும் தனிமங்களின் பௌதிக, வேதிப் பண்புகள், மாறுபட்டு காணப் படுகின்றன. எனவே உலோகக் கலவைகள் தயாரிக்கும் முறைகளும் வேறுபடுகின்றன. பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் சில முறைகள் மட்டும் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

உலோகக் கலவையில் பங்கேற்கும், தனிமங்களை உருக்கி நீர்ம நிலையில் அவைகள் கலக்கப் படுகின்றன. இதனால் சமச் சீருள்ள நீர்மக் கலவை கிடைக்கின்றது. இந்த நீர்மக் கலவையைக் குளிரச் செய்வதன் மூலம், திட உலோகக் கலவைக் கிடைக் கின்றது. உலோகக் கலவையில் காணப்படும் தனிமங்களைத் தகுந்த அளவில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டியது மிக முக்கியமாகும்.

உலோகக் கலவையிலுள்ள எந்தத் தனிமம், மிக உயர்ந்த உருகு நிலையிலுள்ளதோ அதனை முதலில் உருக்கி, நீர்ம நிலைக்கு கொண்டு வருகின்றனர். இந்த நீர்மத்துடன் எளிதில் உருகும், பிற தனிமங்கள் குறிப்பிட்ட அளவில் கலக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு நீர்ம நிலையிலுள்ள தனிமத்துடன், சேர்க்கப்பட்ட திட தனிமம் உருகி சமச் சீருள்ள நீர்மக் கலவை கிடைக்கின்றது. இதனை உறைய வைத்து திட உலோகக் கலவை பெறப் படுகின்றது.

உலோகக் கலவையில் பங்கு பெறும் தனிமங்களின் உருகு நிலைகளுக்குள் மிக வித்தியாசமிருப்பின், மிகக் குறைவான விகிதத்திலுள்ள தனிமத்துடன், பெருமளவில் பங்கு பெறும் தனிமத்தைச் சேர்த்து தனி உலோகக் கலவை முதலில் பெறப் படுகின்றது. தேவைப்படும் உலோகக் கலவையிலுள்ள தனிமத்தின் விகிதத்தைப் பெற, இந்த தனி உலோகக் கலவையை கணக்கிடப் பட்ட அளவு, பெருமளவு பங்கு பெறும் உருகின தனிமத்துடன் கலந்து குறிப்பிட்ட உலோகக் கலவைப் பெறப்படுகின்றது. சாதாரண எஃகு தயாரிப்பதில் ஸ்பீகல் என்ற உலோகக் கலவை கலப்பது இவ்வகைக்கு சிறந்த எடுத்துக் காட்டாகும்.

உலோகக் கலவையில் பங்கு பெறும் தனிமங்களிடையே அதிக அளவில் அடர்த்தி வித்தியாசமிருப்பின், மிக்க கனமாயுள்ள தனிமம் கடைசியாகச் சேர்த்து, நன்கு கலக்கப் படுகின்றது. இவ்வாறு செய்வதால், கனமான தனிமம், தனித்து கீழே தங்கி விடுவது தவிர்க்கப் படுகின்றது.

மேற் சொன்ன முறைகளில் உலோகக் கலவை தயாரிக்கும் பொழுது, உருகின நிலையிலுள்ள உலோகக் கலவையின் மீது

கார்பன் துகள்கள் தூவப்படுகின்றன. இதனால் உலோகக் கலவையின் மேற்பரப்பு ஆக்சிகரணம் அடைவதினின்றும் தவிர்க்கப் படுகின்றது.

தற்காலத்தில் துகள் உலோகவியல் (powder metallurgy) தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தியும், உலோகக் கலவைகள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இம்முறையில் நீர்ம நிலையில், சமச் சீருள்ள கலவைகளைக் கொடுக்காத கலவைகளையும், சமச் சீருள்ள உலோகக் கலவைகளாக மாற்ற முடியும். தனிமத் துகள்களை தகுந்த விகிதங்களில் கலந்து சிட்டங் கட்டல் வினைக்கு உட்படுத்தி உலோகக் கலவை தயாரிக்கப் படுகின்றது.

உலோகக் கலவைகளை வகைப்படுத்துதல் (Classification of alloys)

உலோகக் கலவைகளை பல்வேறு முறைகளில் வகைப் படுத்தலாம். கலவையிலுள்ள நிலைமைகளுக்கேற்ப வகைப் படுத்துவது ஒரு வகையாகும். எடுத்துக் காட்டாக 'மானல் உலோகம்' என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவை ஓர் நிலைமை உலோகக் கலவையாகும். இதில் 66.6 சதவீதம் நிக்கலும், மீதம் தகரமும் உள்ளது. 'முன்ட்ஸ் உலோகம்' (Muntz Metal) என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவை இரு நிலைமை உலோகக் கலவையாகும். இதில் 60 சதவீதம் செம்பும், மீதம் துத்தநாகமும் உள்ளது.

உலோகக் கலவையில் பெருமளவு சதவீதமுள்ள தனிமத்தின் பெயரால், அத்தனிம உலோகக் கலவையென அழைப்பது மற்றொரு வகையாகும். இவ்வகையில் காப்பர் உலோகக் கலவைகள், அலுமினிய உலோகக் கலவைகள், நிக்கல் உலோகக் கலவைகள், துத்தநாக உலோகக் கலவைகள், மக்னீசிய உலோகக் கலவைகள் முக்கியமானவைகளாகும்.

உலோகக் கலவையின் முக்கிய பண்பு, அல்லது முக்கிய பயன்பற்றியும், வகையீடு செய்யலாம். தாங்கி உலோகக் கலவைகள் (bearing alloys) எளிதில் உருகும் உலோகக் கலவைகள். (fuse alloys) இவ்வகைக்கு தகுந்த எடுத்துக் காட்டுகளாகும்.

காப்பர் உலோகக் கலவைகள் (Copper alloys)

காப்பர், எளிதில், துத்தநாகம், நிக்கல், தகரம் முதலிய பல்வேறு உலோகத் தனிமங்களுடன் கலந்து பலவகை உலோகக்

கலவைகளைக்கொடுக்கின்றது. அவற்றுள் பித்தளையும் வெங்கலமும், முக்கியமானவைகளாகும்.

பித்தளை யென்பது காப்பரும், துத்தநாகமும் கலந்துள்ள உலோகக் கலவையாகும். காப்பர், துத்தநாகம் இவற்றின் சதவீதத்திற்கேற்ப பல்வேறு பித்தளைகள் உள்ளன. மேலும் மிகச் சிறிய அளவில் பிற தனிமங்களைக் கலப்பதாலும், மேலும் பல்வேறு வகை பித்தளைகள் பெறப்படுகின்றன.

பித்தளையிலுள்ள துத்தநாகத்தின் சதவீதத்திற்கேற்ப ஆல்ஃபா பித்தளையென்றும், பீட்டா பித்தளையென்றும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். துத்தநாகம் 35 சதவீதம் இருந்தால் அது ஆல்ஃபா பித்தளையென அழைக்கப் படுகின்றது. துத்தநாகத்தின் அளவு 46.6 சதவீதம் முதல் 50.5 சதவீதம் வரை இருப்பின் அதனை பீட்டா பித்தளையென அழைக்கிறோம். துத்தநாகத்தின் சதவீதம் 50.5 க்கு மேலிருப்பின் காமா பித்தளை யென்று மற்றும் ஓர் வகை பித்தளையைப் பெறலாம். ஆனால் இது பலமற்றதாயும், எளிதில் பொடியாகும் தன்மையாயும் உள்ளதால், பொறியியற் தொழில்களில் இவ்வகை பித்தளை, பயனற்றதாயுள்ளது.

30 சதவீதம் துத்தநாகமும், மீதம் காப்பரும் கலந்துள்ள ஆல்ஃபா பித்தளை பெருமளவில் ''தோட்டா பித்தளை'' (cartridge brass) என்ற பெயரில் வழங்கப் படுகிறது. இது முக்கியமாக துப்பாக்கி வெடி மருந்து வைக்கும் குழலாகப் பயன்படுதலால் இப்பெயர் பெற்றது. இது வலிமையும், தகடுகளாகும் தன்மையும் பொருந்திய உலோகக் கலவையாகும். இதனை எளிதில், தகடாகத் தட்டி, வளைத்து, தோட்டாக்கள் செய்ய பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்வகையை பித்தளையை மேலும் பல்வேறு சாமான்களைச் செய்யப்பயன்படுத்துகின்றனர். இந்த வகை பித்தளை காலப் போக்கில் சிறு வெடிப்புகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வெடிப்பு களுக்கு 'பருவ வெடிப்பு' (season cracking) எனப் பெயர். பித்தளையில் காணப்படும் உள்தகைவே இதற்குக் காரணமாகும். இதனை நீக்க இவ்வகை பித்தளையினல் செய்யப்பட்ட பொருள்களை 300°C வெப்பநிலையில் சுமார் 30 நிமிடங்கள் வைத்திருந்து பின்பு குளிரச் செய்தால் உள்தகைவு நீக்கப்பட்டு நீண்ட நாட்கள் வெடிப்பேற்படாமல் உழைக்கின்றன.

40 சதவீதம் துத்தநாகமும், மீதம் காப்பரும் கலந்துள்ள உலோகக் கலவை 'முன்ட்ஸ் உலோகம்' (muntz metal) என அழைக்கப் படுகின்றது. இவ்வகை பித்தளை தோட்டா பித்தளையை

விட கடினமாயும், உறுதியாயும் உள்ளது. இதனை அதிக வெப்ப நிலையில் தான் தகடாகவோ, உருவத்தை மாற்றி அமைக்கவோ முடியும். இது கடினமாகவும், உறுதியாகவும் உள்ளது.

பித்தளையின் பல்வேறு பண்புகள், முக்கியமாக தகடாகும் தன்மை, வலிமை, இயந்திரங்களில் மாற்றி அமைக்கும் தன்மை போன்ற பண்புகள், மிகச் சிறிய அளவில் வேறு தனிமங்கள் சேர்ப்பதால் மாறுதல் அடைகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக 70 சதவீதம் காப்பரும், 29 சதவீதம் துத்தநாகமும், ஒரு சதவீதம் தகரமும் உள்ள உலோகக் கலவை, கடல் நீரினால் அரிமானம் அடைவதில்லை. இது கப்பல் பாகங்கள் செய்வதில் பயன்படுகிறது. இது போன்றே 76 சதவீதம் காப்பரும் 22 சதவீதம் துத்தநாகமும், 2 சதவீதம் அலுமினியமும் கொண்ட பித்தளை எளிதில் அரிமானம் அடைவதில்லை. மிக்க கடினமாகவும் உள்ளது. பித்தளையில் ஈயம் சேர்க்கப்படின் (3 சதவீதம் வரை) அது எளிதில் இயந்திரங் களில் மாற்றி அமைக்கும் தன்மையைப் பெறுகின்றது.

வெண்கலம் (bronze) என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவையில் தகரம் 2 முதல் 12 சதவீதம் வரை உள்ளது. சுமார் 5 சதவீதம் தகரம் உள்ள வெண்கலம் அடித்து வடித்தல் (forging) முறையில் பொருள்கள் செய்வதற்கு ஏற்ற உலோகக் கலவையாக உள்ளது. தகரம் 10 சதவீதமிருப்பின் அவ்வகை வெண்கல உலோகக் கலவை வார்ப்புகள் செய்யப் பயன்படுகிறது.

சுமார் 6 சதவீதம் தகரமுள்ள வெண்கலம் 'நாணய வெண்கலம்' (coinage bronze) என்ற பெயரால் வழங்கப் படுகிறது. இது எளிதில் மெருகு ஏற்கக் கூடியது. இது நாணயங்கள், பதக்கங்கள் (medals) செய்யப் பயன்படுகிறது.

துத்தநாகம், பாஸ்ஃபரஸ், நிக்கல், ஈயம் போன்ற தனிமங் களில் சிறிதளவு வெண்கலத்துடன் சேர்த்து பெறப்படும், வெண்கல உலோகக் கலவை, பண்புகளில் சாதாரண வெண்கலத் தினின்றும் வேறுபடுகின்றது. 88 சதவீதம் காப்பரும், 10 சதவீதம் தகரமும், 2 சதவீதம் துத்தநாகமும் உள்ள உலோகக் கலவை, துப்பாக்கி உலோகம் (gun metal) என அழைக்கப் படுகின்றது. இந்த உலோகக் கலவை எளிதில் அரிமானம் அடைவதில்லை. மேலும் மாசற்ற வார்ப்புகளைப் பெற முடிகின்றது. வெண்கலத்தில் சுமார் 2 சதவீதம் வரை ஈயம் கலந்தால், இயந்திரங்களில் கடைசல் பிடிக்கவும், வேறு பொருள்களாக எளிதில் மாற்றி அமைக்கக் கூடிய தன்மையையும் பெறுகின்றது. மிகச் சிறிய

அளவில் பாஸ்ஃபரஸ் கலப்பதால் உலோகக் கலவையில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் நீக்கப் பெற்று சிறந்த வார்ப்புகள் கிடைக்கின்றன.

அலுமினியத்தை சுமார் 10 சதவீதம்வரை வெண்கலத்தில் கலந்து அலுமினிய வென்கலம் (Alminium bronze) பெறலாம். இந்த உலோகக் கலவை கடினமாயும், வலிவுடைவதாயும், அரிமான எதிர்ப்புத் தன்மையுள்ளதாயும் உள்ளது.

நிக்கல் எளிதில் காப்பருடன் கலந்து திட கரைசலைத் தருகின்றது. இந்த திடக் கரைசலுடன் மிகச் சிறிய அளவில், வேறு உலோகங்களைக் கலந்தால் மிக்க பயனுள்ள பல உலோகக் கலவைகள் கிடைக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஜெர்மன் சில்வர் என அழைக்கப்படும் உலோகக்கலவையில், காப்பர், நிக்கல், துத்த நாகம் முதலிய உலோகங்கள் உள்ளன. ஜெர்மன் சில்வர் மிக்க பளபளப்பாயும் எளிதில் மெருகேற்கக் கூடியதாயும் உள்ளது. இது பல்வேறு அழகுப்பொருள்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றது.

அலுமினிய உலோகக் கலவைகள் (Aluminium alloys)

அலுமினியம், எளிதில் மக்னீசியம் காப்பர் உலோகங்களுடன் கலந்து உலோகக் கலவைகளைத் தருகின்றது. பொதுவாக அலுமினிய உலோகக் கலவைகள் எஃகைப் போன்ற வலிவுள்ளதாயும், ஆனல் எஃகின் மூன்றில் ஒருபங்கே எடை உள்ளதாயும் உள்ளது. மிகச் சிறிய அளவில் பிற தனிமங்களைச் சேர்ப்பதால் உலோகக் கலவை மேலும் சில சிறப்புப் பண்புகளைப் பெறுகிறது. பொதுவாக அலுமினிய உலோகக் கலவைகளை வார்ப்பு உலோகக் கலவைகள் (casting alloys) தகடாகக் கூடிய உலோகக் கலவைகள் (wrought alloys) என இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அலுமினிய வார்ப்பு உலோகக்கலவைகளில் மிக முக்கியமாகக் காப்பர், சிலிகான் தனிமங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. சில சமயங் களில் துத்தநாகம், மக்னீசியம், நிக்கல், இரும்பு போன்ற தனிமங்களில் சிறிதளவும் சேர்க்கப்படுகின்றன. இத் தனிமங்களின் சேர்க்கையினுல் கடினத்தன்மை அதிகரிக்கின்றது. அதே சமயம் தகடாகும் தன்மையும், கம்பியாக நீளும் தன்மையும் குறை கின்றது. சுமார் 12 சதவீதம் சிலிகான் உள்ள உலோகக் கலவை அரிமானம் எதிர்ப்புத் தன்மையும் பெற்றுள்ளது. இது மிகக் கடினமாயுமுள்ளது. இந்த உலோகக் கலவை நீர்ம நிலையில் அதிகப் பாய்மைத் தன்மையைப் (fluidity) பெற்றுள்ளதால் மிகச் சிக்கலான வாய்ப்புகளையும் எளிதில் தயாரிக்க உதவுகின்றது. இந்த உலோகக் கலவை, சமையல் பாத்திரங்கள் மற்றும் பல்வேறு இயந்திரங்களை

வைக்கும் பெட்டி, இணைப்புத்தண்டு (crank) பெட்டிகள், இயந்திர பாகங்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

தகடுகளாக்கக் கூடிய அலுமினியம் உலோகக் கலவைகளுள் டியூரலுமினியம் (duraluminium) மிக முக்கியமானது. இதில் 4% காப்பரும், 5 சதவீதம் மாங்கனீசும், 0.4 முதல் 0.7 வரை மக்னீசியமும், 0.7 சதவீதம் இரும்பு சிலிகான் போன்ற தனிமங்களும் உள்ளது. இது எஃகைப் போன்ற வலிமையுள்ளது. ஆனால் மிகவும் இலேசானது. இது ஆகாய விமானங்களின் பாகங்கள் செய்யவும், காரின் பாகங்கள் செய்யவும் பயன்படுகின்றது. இங்கிலாந்தில் புகழ்பெற்ற ரோல்ஸ் ராய்ஸ் என்ற மோட்டார் நிர்வாகத்தினர், டியூரலிமினியத்தைவிடச் சிறந்த பண்புகளையுடைய R–R உலோகக் கலவைகள் என அழைக்கப்படும் பல்வேறு அலுமினிய உலோகக் கலவைகளை கண்டுபிடித்துள்ளனர். இவற்றில் மிகச் சிறிய அளவில் டிட்டேனியம், நிக்கல், சிலிகான் போன்ற தனிமங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

நிக்கல் உலோகக் கலவைகள் (Nickel alloys)

நிக்கல் எளிதில் காப்பர், குரோமியம், மாலிபிடினியம் போன்ற தனிமங்களுடன் கலந்து பல்வேறு உலோகக் கலவைகளைக் கொடுக்கிறது. இவற்றுள் 'மானல் உலோகம்' (Monel metal) என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவை முக்கியமானது.

இதில் 66 சதவீதம் நிக்கலும், 33 சதவீதம் காப்பரும் 1 சதவீதம் இரும்பு, மாங்கனீஸ், சிலிகான், கார்பன் போன்ற தனிமங்களும் உள்ளன. இதனை மிக எளிதில் தகடாகவும், கம்பிகளாகவும் மாற்றி அமைக்கலாம். காரங்களின் அரிமானத்தை இது எதிர்க்கின்றது. இந்த உலோகக் கலவையை வெப்பப்படுத்திக் குளிர வைப்பதன் மூலம், அதன் பண்புகளை மாற்றி அமைக்க முடிகின்றது. இந்த உலோகக் கலவை, வேதிப்பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யும் தொழிற்சாலைகளிலுள்ள இயந்திரங்களை அமைப்பதில் பயன்படுகிறது.

நிக்கலும் இரும்பும் கலந்துள்ள பல்வேறு உலோகக் கலவைகள் தொழில்துறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்த உலோகக் கலவைகளின் காந்த மின் பண்புகளும், வெப்பத்தினால் விரிவடையும் அளவும் உலோகக் கலவையிலுள்ள தனிமங்களின் சதவீதங்களைப் பொறுத்துள்ளது.

இன்வார் (invar) என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவையில் 36 சதவீதம் நிக்கலும் மீதம் இரும்பும் உள்ளது. இதன் விரிவு எண்

(coefficient of expansion) மிகக் குறைவு. இக்காரணங்களினால் இந்த உலோகக் கலவை ஊசல் தண்டு செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது.

நிக்ரோம் (Nichrome) என்ற உலோகக் கலவையில் நிக்கல், குரோமியம், இரும்பு போன்ற தனிமங்கள் உள்ளன. இதன் மின் எதிர்ப்புத் திறன் அதிகமாயுள்ளது. எனவே இந்த உலோகக் கலவையிலான கம்பிச் சுருள்கள் மின் வெப்பச் சாதனங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

துரு ஏறா எஃகு (Stainless steel) என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவையில் 18 சதவீதம் குரோமியமும், 8 சதவீதம் நிக்கலும், மீதம் இரும்பும் உள்ளது. இது மிக்க கடினத் தன்மையும், அரிமானத்தை எதிர்க்கும் தன்மையும் பெற்றுள்ளது. வீட்டுச் சாமான்கள் செய்யவும் வேதி தொழில்துறைகளில் தேவைப்படும் சாதனங்கள் செய்யவும், இந்த உலோகக் கலவை பெருமளவில் பயன்படுகிறது. நிக்கல், குரோமியம், எஃகுகளில் இரும்பின் நற்பண்புகள் அதிகரித்தும், தீய பண்புகள் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன.

துத்தநாக உலோகக் கலவைகள் (Zinc alloys)

அலுமினியம், காப்பர், காட்மியம், இரும்பு, மக்னீசியம், ஈயம், தகரம் போன்ற உலோகத் தனிமங்களுடன் துத்தநாகம் கலந்து சமச்சீருள்ள உலோகக் கலவைகளைத் தருகின்றது. பொதுவாக துத்தநாக உலோகக் கலவைகள் துத்தநாகத்தைவிட அதிகக் கடினமும் வலுவும் பெற்றுள்ளன. இவை இலேசானதாயும், துத்தநாகத்தைவிடக் குறைந்த உருகுநிலையையும் பெற்றுள்ளன. நீர்ம நிலையிலுள்ள இந்த உலோகக் கலவைகள், உறையும்பொழுது அதிகம் சுருங்குவதில்லை. எனவே, பெரும்பாலான துத்தநாக உலோகக் கலவைகள் வார்ப்புகள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

95 சதவீதம், துத்தநாகமும், 4 சதவீதம் அலுமினியமும், மீதம் 1 சதவீதம் தகரம், காட்மியம், மக்னீசியம், ஈயம் போன்ற உலோகங்கள் கலந்த உலோகக் கலவை ஒரு சிறந்த துத்தநாக வார்ப்பு உலோகக் கலவையாகும். இக்கலவை பல்வேறு அச்சுகள் வார்க்கப் பயன்படுகிறது. நீர்ம நிலையிலுள்ள இந்த உலோகக் கலவை ஓர் உருளையில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு ஓர் உந்து தண்டு மூலம், அச்சுகளில் பீச்சப்படுகின்றது. அச்சுகள் குளிர்ந்த நிலையிலிருப்பதால், உலோகக் கலவை உறைந்து கடினமான திட வார்ப்புக் கிடைக்கின்றது.

மக்னீசியம் உலோகக் கலவைகள் (Magnesium alloys)

அலுமினியம், துத்தநாகம் மாங்கனீஸ் போன்ற உலோகங்களுடன் மக்னீசியம் கலந்து சமச்சீருள்ள உலோகக் கலவைகளைத் தருகின்றது. இந்த உலோகக் கலவைகள் மிகவும் இலேசாகவும் அதே சமயத்தில் வலுவுள்ளதாயும் உள்ளன. மேலும், இந்த உலோகக் கலவைகளை வெப்ப மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தி அதன் பண்புகளை மாற்றலாம். ஆனால் இதன் மீட்சிக் குணகம் (Modulus of elasticity) மிகக் குறைவாக உள்ளது. மேலும் மக்னீசிய உலோகக் கலவைகள், அமிலச் சூழ்நிலையில் மிக்க அரிமானம் அடைகின்றன.

மக்னீசிய உலோகக் கலவைகளில், டௌ உலோகம் (Dow metal) என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவையில், அலுமினியம் 6 சதவீதமும், துத்தநாகம் 3 சதவீதமும், மாங்கனீஸ் 0.5 சதவீதமும், மீதம் மக்னீசியமும் உள்ளது. இதனை 350°C வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தி நீரில் குளிரச் செய்வதன்மூலம், இதன் வலிமையை அதிகப்படுத்தலாம். இதனை வார்ப்புகள் செய்யவும், தகடுகள் செய்யவும் பயன்படுத்தலாம். இது மிக இலேசாக உள்ளதால் ஆகாய விமானத்தின் பாகங்கள், இணைதண்டுப் பெட்டிகள், சக்கரங்கள் செய்யப் பயன்படுகிறது.

தாங்கி உலோகக் கலவைகள் (Bearing alloys)

தாங்கிகள் தயாரிக்கப் பயன்படும் உலோகக் கலவைகளில் இரண்டு மாறுப்பட்ட பண்புகள் இருத்தல் வேண்டும். முதலாவதாக அது கடினமாயும், வலுவுள்ளதாயும் இருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுதுதான் அது அச்சாகச் செய்யப்பட்டு, மிக்க கனத்தையும் தாங்க முடியும். இரண்டாவதாக அது மென்மையுடையதாயும் உராய்வினால் ஏற்படும் இடர்ப்பாடுகளைக் குறைப்பதாயுமிருத்தல் வேண்டும். அப்படியிருந்தால்தான் இயந்திரத் தண்டு (shaft) தாங்கிகளின்மேல் திறம்பட இயங்க முடியும். தாங்கி உலோகக் கலவை உராய்வதனால் ஏற்படும் தேய்மானத்தைத்(erosion) தடுக்க வல்லதாயிருத்தல் வேண்டும். இப் பண்புகள் இருக்க வேண்டுமாயின் கடினத் துகள்கள் மென்மையான தளத்தில் அமைக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். கடில த் துகள்கள் தேய்மானத்தைத் தடுக்க வல்லதாயும், அச்சுத்தண்டைத் தாங்கக்கூடிய வலிமையுள்ளதாயும் இருக்கின்றன. அதேசமயத்தில் மென்மையான தளம், உராய்வை எதிர்ப்பதுடன், மசகு தன்மையும் (lubricating properties) பெற்றுள்ளது. இப் பண்புகளை (அ) ஈய-ஆன்டிமொனி உலோகக் கலவைகள், (ஆ) தகர - ஆன்டிமொனி, காப்பர் உலோகக் கலவைகள், (இ) ஈயம் கலந்த வெண்கலங்கள் பெற்றுள்ளன.

ஈயமும் ஆன்டிமொனியும் எல்லா விகிதத்திலும் கலந்து சமச்சீருள்ள உலோகக் கலவைகளைக் கொடுக்கக் கூடியவை. இவ் வகை உலோகக் கலவைகளின் வலிமையும் பொடியாகும் தன்மை யும் ஆன்டிமொனியின் சதவீதம் அதிகரித்தலால் ஏற்படுகின்றது. சுமார் 15 முதல் 20 சதவீதம் ஆன்டிமொனியைப் பெற்றுள்ள உலோகக் கலவை, சிறந்த தாங்கி உலோகக் கலவையாகப் பயன் படுகிறது. இந்த உலோகக் கலவை அதிக உராய்வு எதிர்ப்புத் தன்மையும் பெற்றுள்ளது.

தகர – ஆன்டிமொனி காப்பர் உலோகக் கலவைகள், ஈய– ஆன்டிமொனி உலோகக் கலவைகளைவிடத் திறம்படச் செயற்படு கின்றது. தகரம், ஆன்டிமொனியுடன் கலந்து சமச்சீருள்ள கடினத் துகள்கள் உருவாகின்றன. அதேசமயம் அத் துகள்களின் பொடியாகும் தன்மையும் குறைகின்றது. தகரமும் காப்பரும் தளமாக அமைந்து அதிக அளவில் உராய்வு எதிர்ப்புத் தன்மை யும் கொடுக்கின்றது. பாபிட் உலோகம் (Babbit metal) என அழைக்கப்படும் ஒரு சிறந்த தாங்கி, உலோகக் கலவையில் 3.7 சதவீதம் காப்பரும் 7.4 சதவீதம் ஆன்டிமொனியும், 88.9 சதவீதம் தகரமும் உள்ளன.

வெண்கலத்துடன் தகுந்த அளவு ஈயத்தைக் கலந்தும், தாங்கி உலோகக் கலவைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை உலோகக் கலவைகளில் கடினமான தளத்தில் மென்மையான துகள்கள் பொருந்தியுள்ளன. இவ்வகை உலோகக் கலவைகள் மிக்க வலிமையும், தேய்மான எதிர்ப்புத் தன்மையும் பெற்றுள்ளன. 64 சதவீதம் காப்பரும், 5 சதவீதம் தகரமும், 30 சதவீதம் ஈயமும், ஒரு சதவீதம் நிக்கலும் உள்ள உலோகக் கலவை இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

எளிதில் உருகும் உலோகக் கலவைகள் (Fuse alloys)

எளிதில் உருகும் உலோகக் கலவைகளைப் பற்று உலோகக் கலவைகள் என்றும், குறைந்த உருகுநிலையிலுள்ள உலோகக் கலவைகள் என்றும் மேலும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பற்று உலோகக் கலவை, இரு உலோகங்களை இணைக்கப் பயன் படுகின்றது. இந்த உலோகக் கலவை, இணைக்கும் உலோகங் களின் மேற்பரப்புடன் இணைந்து உலோகக் கலவையை எளிதில் தருவதனுல்தான் இவை பற்று உலோகக் கலவைகளாகச் செயல் படுகின்றன. எனவே பற்று உலோகக் கலவையின் இயைபு, எந்த உலோகங்களை இணைக்கப் பயன்படுத்த வேண்டுமோ அதைப் பொறுத்துள்ளது.

குறைந்த உருகுநிலையிலுள்ள உலோகக் கலவைகள் பெரும் பாலும் மின் சுற்றுகளில் உருக்குக் கம்பியாகப் பயன்படுகின்றன

இவற்றின் மின் எதிர்ப்புத் திறன் அதிகமாயிருப்பதால் ஒரு குறிப் பிட்ட அளவுக்குமேல் மின்சுற்றில் மின்சாரம் பாயும்பொழுது வெப்ப மடைகின்றது. வெப்பநிலை உயர்வதனலும், உலோகக் கலவையின் உருகுநிலை குறைவாக இருப்பதாலும் இது உருகு மின் சுற்று துண்டிக்கப்படுகின்றது.

இரண்டு உலோகங்கள் அல்லது உலோகக் கலவைகளை இணைக்கப் பயன்படும் உலோகக் கலவையைப் பற்று உலோகக் கலவை எனலாம். பற்று உலோகக் கலவையின் உருகுநிலை, அது இணைக்கும் உலோகங்களின் உருகுநிலையைவிடக் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். 66.6 சதவீதம் தகரமும், 33.4 சதவீதம் ஈயமும் கலந்துள்ள உலோகம் ஒரு சிறந்த பற்று உலோகக்கலவை யாகும். இதனைத் தகரப்பற்று உலோகக் கலவை (tinners solder) எனவும் அழைப்பதுண்டு. உருகுநிலை 180°C. இது எளிதில் பிற உலோகங்களுடன், உலோகக் கலவையைக் கொடுக்கக் கூடிய தாகையால், பல்வேறு உலோகப் பொருள்களை இணைப்பதில் இது பயன்படுகிறது. மின் கம்பிகளை இணைப்பதிலும் இது பயன் படுகிறது. அலுமினியக் கம்பிகளை இணைக்கப் பயன்படும் பற்று உலோகக் கலவையில் 50 முதல் 75 சதவீதம் தகரமும் மீதம் துத்தநாகமும் கலந்துள்ளது. குழாய் பற்றுக் கலவை என அழைக்கப்படும் உலோகக் கலவையில் 50 சதவீதம் தகரமும் மீதி ஈயமும் உள்ளது. இது 240°C வெப்பநிலையில் உருகினலும் திரும்பவும் திடப் பொருளாக 180°C வெப்பநிலையில்தான் மாறு கின்றது. இந்த இரு வெப்பநிலைகளுக்குமிடையில் இது பிசின் (paste) தன்மையாக உள்ளதால், குழாய்களை நன்கு பொருத்தி அமைக்க உதவுகின்றது.

சுமார் 150°C வெப்பநிலைக்குக் குறைவாக உருகுநிலையுள்ள உலோகக் கலவைகளை, குறைந்த உருகுநிலையிலுள்ள உலோகக் கலவைகள் (low melting alloys) என அழைக்கின்றோம். மர உலோகம் (wood metal) என அழைக்கப்படும் ஓர் உலோகக் கலவையின் உருகுநிலை 68°C ஆக உள்ளது. இதில் 50 சதவீதம் பிஸ்மத்தும், 25 சதவீதம் ஈயமும், 12.5 சதவீதம் காட்மியமும், 12.5 சதவீதம் தகரமும் உள்ளன. இதனைத் தீ விபத்தைத் தடுக்கும் சாதனங்களில் பயன்படுத்துகின்றனர். ரோஸ் உலோகக் கலவை, (Roses alloy) என அழைக்கப்படும் மற்றோர் உலோகக் கலவை யில் பிஸ்மத், ஈயம், தகரம் முதலிய உலோகங்கள் உள்ளன. இதன் உருகுநிலை 100°C ஆக உள்ளது. இதனை மின் சுற்றுகளில் உருக்கிக் கம்பிகளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(Bibliography)

1. Chemistry of Engineering Materials, B. Leighow.
2. Chemistry for Engineers, P. C. Sivanesan.
3. Chemistry of Engineering Materials, C. V. Agarwal.
4. Physical Chemistry, Bahl and Tuli.

கலைச்சொற்கள்

A

Abrasive — தேய்வு
Absolute — தனி
Absorbant — உறிஞ்சி
Accelerator — முடுக்கி
Acceptor — ஏற்பு, வாங்கி
Accurate — துல்லியமான
Acid anhydride — அமில நீரிலி
Acid base catalysis — அமில கார ஊடுறு வினை
Acid radical — அமில உறுப்பு
Acidimetry — அமில அளவியல்
Activated charcoal — வீரியம் ஏற்றிய கரி
Active hydrogen — வீரிய ஹைடிரஜன்
Adhesive — ஒட்டுப்பொருள்
Adiabatic expansion — வெப்பமாறு விரிவு
Adsorption — பரப்புக்கவர்ச்சி, ஒட்டுதல்
Aeration — காற்று ஏற்றம்
Algebraic — எண்ணியல்
Alkali — காரம்
Alkyl halides — அல்க்கைல் ஹாலைடுகள்
Allotropy — தனிம மாற்று அமைப்பு, புறவேற்றுமை
Alloy — உலோகக் கலவை
Alpha particles — ஆல்ஃபாத் துகள்கள்
Alternate — ஒன்றுவிட்டு
Alum — படிகாரம்
Amalgam — ரசக் கலவை
Analysis — பகுப்பு
Anhydrous — நீரற்ற
Animal charcoal — விலங்குக் கரி
Anion — நேர் அயனி
Anode — நேர்மின்முனை
Anomaly — முரண்பாடு

Antiknock — உள்வெடிப்பொலி எதிர்ப்பு
Apparatus — சாதனம்
Apparent — போலி, வெளிப்படைத் தோற்றம்
Aqua regia — இராஜ திராவகம்
Aqueous — நீரிய
Arc — வில்
Artificial radio activity — செயற்கைக் கதிர் இயக்கம்
Asymmetric — சமச்சீர்மையற்ற
Atomic fission — அணுக்கருப் பிளவு
Atomic fusion — அணுக்கரு இணைப்பு
Atomic heat — அணு வெப்பம்
Auto-catalyst — சுய வேகமாற்றி
Automatic — தானியங்கி
Axis of symmetry — சமச்சீர் அச்சு
Azeotropic mixture — கொதிநிலை மாறுக் கலவை

B

Back titration — எஞ்சியதைத் தரம் பார்த்தல், எஞ்சியதை முறித்தல்
Bad conductor — அரிதிற் கடத்தி
Base metal — மட்ட உலோகம்
Basic — காரக் குணமுள்ள
Basicity — காரத்துவம்
Bearing — தாங்கி
Blast furnace — ஊது உலை
Bond — பிணைப்பு
Bran — தவிடு
Brittleness — பொடியாகும் தன்மை
Bronze — வெண்கலம்
Brown — பழுப்பு
Bubbling tower — குமிழ்க் கோபுரம்

C

Carburator — எரிபொருள்வழிக் கலப்பி
Cartridge — தோட்டா
Centri-fugal — மையவிலக்கு
Chain — சங்கிலித் தொடர்
Characteristics — பண்புகள்
Chemical industries — வேதித் தொழில்கள்

Chimney — புகைபோக்கி
Cloud point — மேக நிலை
Coal — நிலக்கரி
Coal gas — நிலக்கரி வாயு
Coefficient of expansion — பெருக்கக் குணகம்
Coke — கல்கரி
Combustion — எரிதல்
Commercial — வணிக ரீதி
Commutator — மின் திசைமாற்றி
Compact — நெருக்க
Component — கூறு எண்
Composition — இயைபு
Compound — சேர்மம்
Compression stroke — இறுக்கத் தாக்கு
Compressor — அமுக்கி
Concentration — அடர்வுநிலை
Condensation — சுருக்கு
Condition — நிபந்தனை
Contact — தொடர்பு
Convection — வெப்பச்சலனம்
Co–polymer — பல் இனப் பலபடி
Corresponding — ஒத்த
Corrosion — அரிமானம்
Corrosive — அரிக்கும்
Counter Current Principle — எதிர் பாய்ச்சுத் தத்துவம்
Cracking — பிளத்தல்
Crank shaft — இணைப்புத் தண்டு
Crevices — இடுக்குகள்
Crucible — மூசை
Cycle — வளைய
Cylinder-head — உருளைத் தலை

D

Deactivation — வீரியம் நீக்கு
Debye unit — டிபை அலகு
Decantation — தெளிய வைத்து இறுத்தல்
Decay — அழிவு, தேய்வு
Degrees of freedom — கட்டின்மை எண்கள்
Deposit — படிவு
Derivatives — வருவிகள்

Derived — சார்பு
Demulsify — பால்ம முறிவு
Destructive distillation — சிதைத்து வடித்தல்
Diecasting — அச்சு வார்த்தல்
Diffusion — ஊடுருவல்
Dry cleaning — உலர் சலவை
Duplex process — இருபடி முறை

E

Eccentric — வேற்றுமைய
Eccentric wheel — ஓரமையச் சக்கரம்
Eddy current — சுழல் மின் ஓட்டம்
Efficiency — இயக்குதிறன்
Elasticity — மீள்தன்மை
Electric — மின்சார
Emulsion — பால்மம்
Endothermic — வெப்பம்கொள்
Energy — ஆற்றல்
Erosion — தேய்மானம்
Esters — எஸ்டர்கள்
Etching — அரித்து எடுத்தல்
Eutectic — நல்லுருக
Exothermic — வெப்பம் உமிழ்
Explosion — எரிமூட்டம்

F

Filler — நிரப்பி
Fire-point — எரியும் நிலை
Flame — சுடர்
Flash-point — தீப்பற்றும் நிலை
Flue gas — போக்கு வாயு
Fluidity — பாய்மத் தன்மை
Flux — இளக்கி
Fossil — புதைபடிவம்
Forging — அடித்து வடித்தல்
Formation — உருவாக்கல்
Fractional distillation — பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல்
Fractionating column — பிரிகை அடுக்கு
Free — தனித்து இயங்கும்

Freezing-mixture	—	உறை கலவை
Frequency	—	அதிர்வு
Friction	—	உராய்வு
Fuel	—	எரிபொருள்
Functional group	—	வினைத் தொகுதி
Fundamental	—	அடிப்படை
Furnace	—	உலை
Fuse	—	உருக்கி
Fusion	—	உருக்குதல்

G

Galvenised iron	—	நாகம் பூசிய இரும்பு
Galvanising	—	நாக முலாம் பூசுதல்
Gas	—	வாயு, வளி
Gas analysis	—	வாயு அளவறி ஆய்வு
Gaseous fuel	—	வாயுநிலை எரிபொருள்
Gas oil	—	வாயு எண்ணெய்
Gear	—	பல்லிணை
Graduated	—	அளவுகோடிட்ட
Graph	—	வரைபடம்
Gravity	—	புவி ஈர்ப்பு

H

Halide	—	ஹாலைட்
Hardness	—	கடினத் தன்மை
Heat content	—	வெப்பக் கொள்ளளவு
High-polymer	—	உயர் பலபடி
Homo	—	ஓரின
Homogeneous	—	சமச்சீர்
Horizontal-plane	—	கிடைத்தளம்
Humidity	—	ஈரப்பதம்
Hydrocarbon	—	ஹைடிரோ கார்பன்
Hydrogen bonding	—	ஹைடிரஜன் இணைப்பு
Hydrolysis	—	நீராற் சிதைவு

I

Impervious	—	ஊடுருவ முடியாத
Induction	—	தூண்டு
Inference	—	அனுமானம்
Inferior	—	கீழ்த்தரமான

Ingot — உலோகக் கட்டி
Internal combustion engine — உள் எரி இயந்திரம்
Intrinsic energy — உள்ளாற்றல்
Insulator — காப்பான்
Integration — தொகைகாணல்
Interaction — இடையீடு
Interface — பொதுமுகம்
Interconversion — இடைமாற்றம்
Interference — குறுக்கீடு

K

Kiln — சூளை
Kinetic energy — இயக்க ஆற்றல்

L

Labile — நிலைமாறும்
Latent heat — உள்ளுறை வெப்பம்
Lathe — கடைசல் இயந்திரம்
Layer — அடுக்கு
Limit — வரம்பு
Liquid — நீர்மம்
Load — சுமை
Lubricant — மசகுபொருள்
Luminiscence — ஒளிர்வு
Luminous paint — ஒளிதரு பூச்சுகள்

M

Magnetic — காந்த
Mass — பொருண்மை
Matrics — தளம்
Mechanical — இயந்திர
Mechanism — வழிமுறை
Micro-organisms — நுண் உயிர்க் கிருமிகள்
Microscope — நுண்நோக்கி
Modulus of elasticity — மீட்சிக் குணகம்
Motion — இயக்கம்
Muffle furnace — மூட்ட வெப்ப உலை
Multiple bond — பல் பிணைப்பு

N

Natural gas	—	இயற்கை வாயு
Neutralisation	—	நடுநிலையாக்கல்
Nitration	—	நைட்ரோ தொகுதி ஏற்றம்
Nitre	—	வெடி உப்பு
Non-ionisable	—	அயனியாகாத
Non-metal	—	அலோகம்
Non-polar solvent	—	மின் முனைவற்ற கரைப்பான்
Normal solution	—	நார்மல் கரைசல்
Nullify	—	முறியடித்தல்

O

Observation	—	கண்டறிதல்
Oiliness	—	எண்ணெய்த் தன்மை
Ointment	—	பூச்சுமருந்து
Optically active	—	ஒளி சுழற்றும் தன்மை
Orifice	—	துளை, துவாரம்
Oven	—	அடுப்பு, உலை
Over-haul	—	சீர்ப்படுத்துதல்
Over lap	—	மேற்பொருத்துதல்
Over voltage	—	மிகை மின் அழுத்தம்
Oxidation number	—	ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற எண்
Oxide	—	ஆக்ஸைடு
Oxidising flame	—	ஆக்ஸிஜன் ஏற்றும் சுடர்

P

Penetrate	—	ஊடுருவல்
Petro-chemicals	—	பெட்ரோ வினைபொருள்கள்
Phase	—	நிலைமை
Pigment	—	நிறப்பொருள்கள்
Piston	—	உந்துதண்டு
Pivot	—	சுழல் அச்சுமுனை
Poison	—	நஞ்சு
Planing	—	சமதளமாக்கல்
Polar group	—	முனைவுத் தொகுதி
Polymer	—	பலபடி
Polymerization	—	பலபடியாக்குதல்
Porus	—	நுண்துளை மலிந்த

Pour point	—	ஊற்று நிலை
Powder metallurgy	—	துகள் உலோகவியல்

R

Radiation	—	கதிர்வீசல்
Radical	—	உறுப்பு
Reducer	—	ஒடுக்கி
Raw material	—	மூலப்பொருள்
Refractory	—	வெப்பந் தாங்கவல்ல
Regenerative heating	—	வெப்ப மீட்டு முறை
Reservoir	—	தேக்கி
Resistant	—	தடை
Reverbratory	—	எதிர் அனல்
Reversible	—	மீளும்
Rivet	—	இறுக்கு ஆணி
Rust	—	துரு

S

Sacrificial	—	தியாக
Saponification	—	சோப்பாக்கல்
Saturated	—	நிறைவுற்ற
Scrap iron	—	பழுதுபட்ட இரும்பு
Season	—	பருவ
Shearing stress	—	சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு
Specific gravity	—	ஒப்பு அடர்த்தி
Slag	—	கசடு
Slurry	—	சேறு
Soft	—	மென்மை
Softening	—	இளகு
Solder	—	பற்று
Solid	—	திண்ம
Spark plug	—	தீப்பொறி
Specification	—	சிறப்புத் தேவை
Specific heat	—	வெப்ப எண்
Stabiliser	—	நிலைநிறுத்தி
Stability	—	உறுதிநிலை
Standard	—	நியம
Stiffness	—	விரைப்புத்தன்மை
Stove	—	சூட்டடுப்பு

Stress — தகைவு
Strong — வலிமை
Suction stroke — உறிஞ்சும் தாக்கு
Suffocation — மூச்சுத் திணறல்
Syphon — வடிகுழாய்
System — அமைப்பு

T

Tarque — திருகம்
Tempering — முறுக்கேற்றல்
Tensile — இறுக்கும் தன்மை
Theoretical — அறிமுறை
Thermo chemistry — வெப்ப வேதியியல்
Thermo plastic — வெப்பத்திஞல் இளகும் பிளாஸ்டிக்
Thermosetting — வெப்பத்திஞல் இறுகும்
Thinner — இளக்கி
Threading — மரைபோடல்
Three diamentional — முப்பரிமாணம்
Three way stop cock — மூவழி அடைப்பான்
Translucent — ஒளி சிதறல்
Turbine — உருளி
Turbulant — குழப்பமான
Two way stop cock — இருவழி அடைப்பான்

U

Ultra filtration — மிக நுண்ணிய வடி கட்டியினுல் வடித்தல்
Ultramarine — சலவை நீலம்
Ultramicroscope — மீநுண்நோக்கி
Uniform — ஒரே சீரான
Unimolcular film — ஒற்றை மூலக்கூறு படலம்
Unit — அலகு
Unsaturated — நிறைவுறு

V

Vacuum — வெற்றிடம்
Vacuum distillation — வெற்றிட வடித்தல்
Valency — இணைதிறன்

Valve	—	ஒருவழிக் கதவு
Vapour lock	—	ஆவி அடைப்பு
Vibration	—	அதிர்வு, அலைவு
Viscometer	—	பாகியல் மானி
Vulcanisation	—	இரப்பர் பதனிடுதல்

W

Wash bottle	—	கழுவு சீசா
Washings	—	கழுவினை
Waste	—	கழிவு
Water gas	—	நீர் வாயு
Weak acid	—	வீரியமற்ற அமிலம்
Weak electrolyte	—	குறை அளவு அயனி பகுளி
White lead	—	ஈயவெள்ளை, முத்து வெள்ளை
White heat	—	வெண் சூடு

Z

Zero point energy	—	அடி நிலை ஆற்றல் சூனிய நிலை ஆற்றல்
Zone	—	மண்டலம்